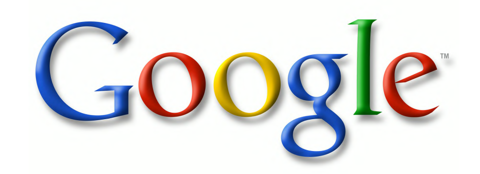
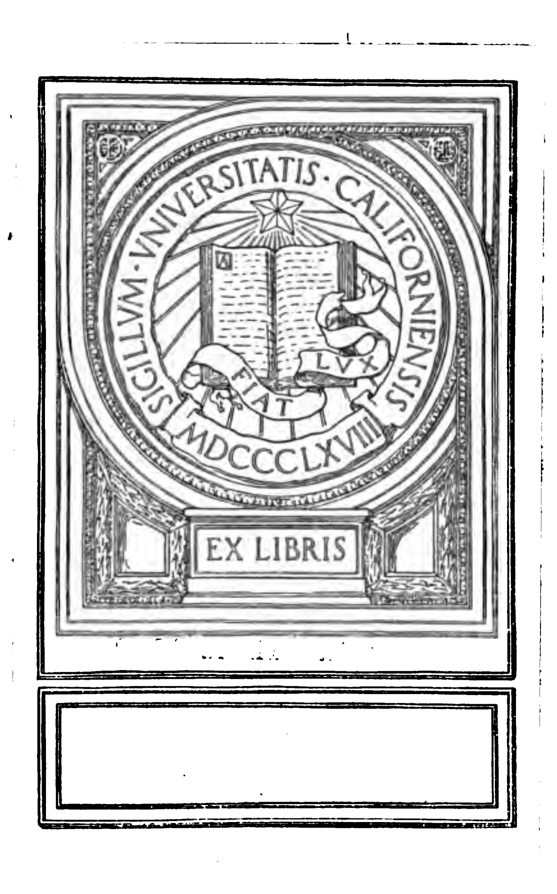



UC-NRLF
$B 192 731


SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS

B-20

DIE

MODERNE METEOROLOGIE.

DIE

MODERNE METEOROLOGIE.

SECHS VORLESUNGEN,

GEHALTEN

AUF VERANLASSUNG DER METEOROLOGISCHEN GESELLSCHAFT ZU LONDON

VON

ROBERT JAMES MANN, JOHN KNOX LAUGHTON, RICHARD STRACHAN, W. CLEMENT LEY, GEORGE JAMES SYMONS UND ROBERT H. SCOTT.

DEUTSCHE ORIGINAL-AUSGABE.

MIT ZWEI FARBIGEN TAFELN.

BRAUNSCHWEIG,
DRUCK UND VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN.
1882.

VORWORT

ZUR

ENGLISCHEN AUSGABE.

Die meteorologische Wissenschaft darf, so wie das Studium derselben heute betrieben wird, mit Recht als „modern“ bezeichnet werden. Ihre Neugestaltung datirt von dem Vorschlage, die Telegraphie zur Uebermittlung meteorologischer Beobachtungen zu verwenden; und dieser Vorschlag ist seit kaum einem viertel Jahrhundert verwirklicht.

Sobald die durch den Telegraphen gesammelten Beobachtungen durch Karten veranschaulicht wurden, fiel ein gänzlich neues Licht auf jene schwierigen Phänomene, welche die einfache Bezeichnung „Wetter“ umschliesst; und durch die Veröffentlichung dieser Karten erhielt das Publikum einen Einblick in das Studium

der Vorgänge der Witterungserzeugung als Folge wechselseitiger Einwirkungen der Cyclone und Anticyclone. Die Verbreitung dieser Wissenschaft geht jedoch nur langsam vor sich; und dem Vorstande der meteorologischen Gesellschaft erschien eine Reihe von Vorträgen, in denen die modernen Anschauungen erläutert und die früheren beleuchtet wurden, bei dem jetzigen Stande der Wissenschaft durchaus zeitgemäss.

Der Vorstand der meteorologischen Gesellschaft veranstaltete demgemäss im Herbste des Jahres 1878 eine Reihe von Vorlesungen, die in dem folgenden Werke wiedergegeben sind.

INHALTSVERZEICHNISS.

Erste Vorlesung.

Gehalten von **Robert James Mann.**

Zweite Vorlesung.

Gehalten von John Knox Laughton.

Dritte Vorlesung.

Gehalten von Richard Strachan.

Vierte Vorlesung.

Gehalten von W. Clement Ley.

Fünfte Vorlesung.

Gehalten von George James Symons.

Sechste Vorlesung.

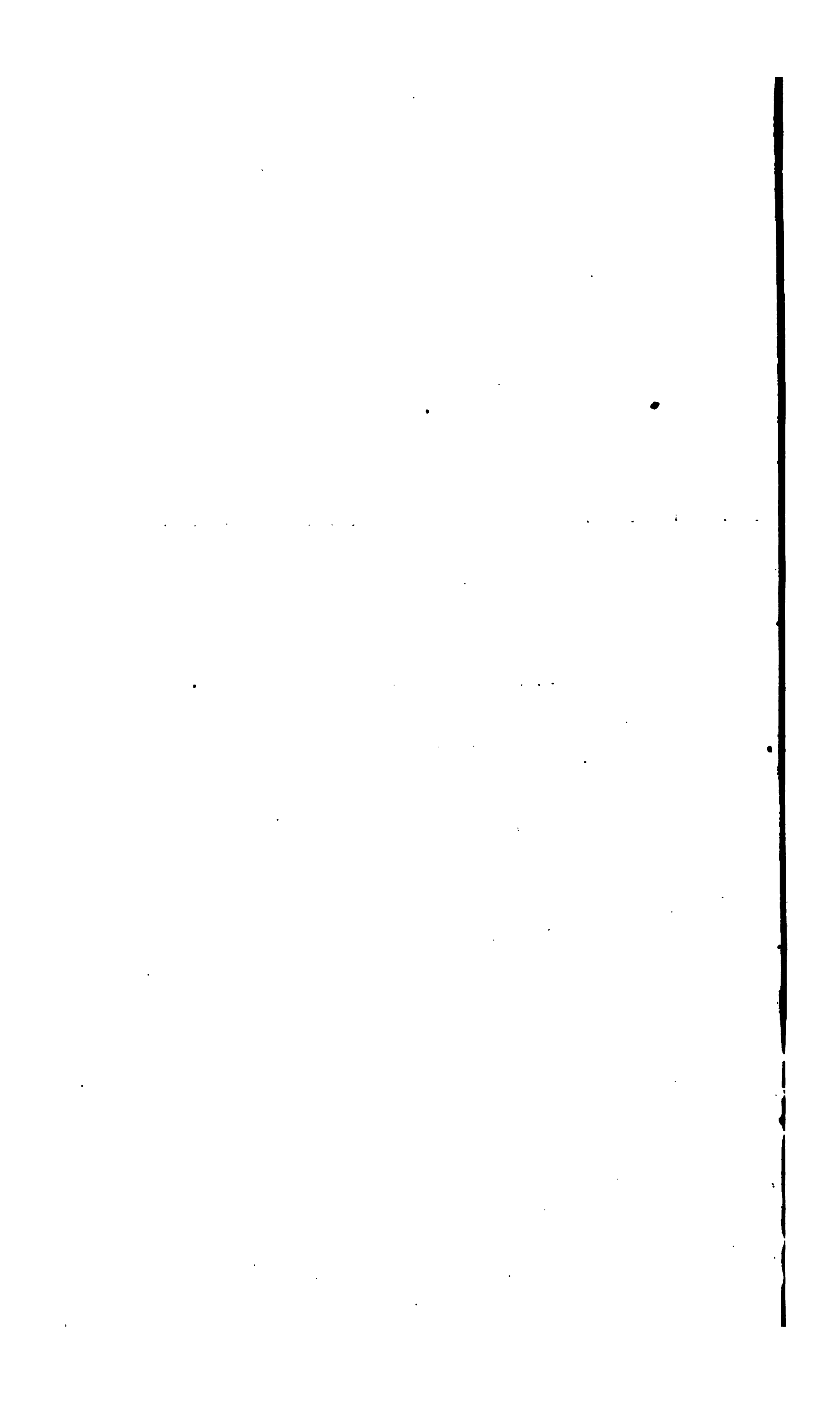
Gehalten von Robert H. Scott.

METEOROLOGISCHE VORLESUNGEN.

ERSTE VORLESUNG

VON

ROBERT JAMES MANN.



Die physikalischen Eigenschaften der Atmosphäre.

---

1. Definition und Zweck der meteorologischen Wissenschaft.

Wie man auch über die Arbeiten der Meteorologen denken mag, so kann doch in keinem Falle ein Zweifel über die Erhabenheit ihrer Ziele obwalten. Schon der Name ihrer Wissenschaft drückt dieses aus. Das Wort Meteorologie ist von dem alten griechischen Ausdruck „μετέωρος“ abgeleitet, der etwas Erhabenes, Hervorragendes bezeichnet. Der Name stammt nicht, wie man mitunter irrthümlich behaupten hört, davon her, dass die Meteorologen sich früher mit der Beobachtung der Sternschnuppen oder „Meteore“ beschäftigt hätten. Schon Aristoteles, 300 Jahre vor unserer Zeitrechnung, gebrauchte, wie man weiss, das Wort fast in demselben Sinne, in dem es heute noch angewandt wird. In einer Abhandlung, welche er unter dem Namen „Μετεωρολογικά“ zusammenfasste, behandelte er alles, was zu jener Zeit über Wasser, Luft und Erderschütterungen bekannt war. Heute ist die eigentliche Aufgabe der Meteorologie das wissenschaftliche Studium der atmosphärischen Phänomene und die Untersuchung des Wetters und des Klimas. Die

Basis dieser Wissenschaft bildet somit eine genaue Kenntniss der physikalischen Eigenschaften der Atmosphäre. Letztere ist daher der geeignetste Gegenstand der Einleitung zu einer Reihe von Vorträgen, welche in allgemein verständlicher Darstellung die Grundzüge der Meteorologie geben sollen. Diese Einleitung hat für den Vortragenden jedoch eine besondere Schwierigkeit. Er befindet sich von vornherein in einem Dilemma, da er befürchten muss, entweder für den einen Theil seiner Zuhörer zu wissenschaffentlich zu sein oder aber zu langweilig für einen anderen Theil, sobald er eingehend die elementaren Verhältnisse und Thatsachen behandelt. Unter solchen Umständen scheint es am geeignetsten, den Versuch zu machen, durch Einschlagen eines Mittelwegs beiden Theilen gerecht zu werden. Und in der That beabsichtigt der Vortragende auf diesem Wege die hervorgehobene Schwierigkeit zu lösen.

2. Unsichtbarkeit und Körperlichkeit der Luft.

Die Luft, im reinsten Zustande, ist in Folge ihrer grossen Durchsichtigkeit dem Auge unsichtbar, trotzdem besitzt sie Körperlichkeit. Dies ist hinlänglich erwiesen durch den mechanischen Impuls, den sie im Zustande der Bewegung mitzutheilen im Stande ist. Sie dreht die geeignet aufgerichteten Flügel der Windmühle, fördert schwer beladene Schiffe über das Wasser und trifft nicht minder fühlbar die Wange eines jeden, der in ihrem Wege steht. Aber die Körperlichkeit der Luft wird noch klarer wissenschaftlich demonstrirt durch den Beweis, dass die Luft Gewicht besitzt. Nehmen wir an, man

condensire oder presse sechs Kubikfuss Luft in eine eiserne Flasche, schliesse dieselbe mit einer Schraubenkapsel, stelle sie auf die eine Schale einer Waage und lege in die andere das Gewicht der eisernen Flasche, der Luft, welche diese ursprünglich enthielt und der sechs Kubikfuss Luft, die hineingepresst wurde, so dass beide Waageschalen im Gleichgewicht sind. Schraubt man nun die Kapsel ab, so strömt die comprimirte Luft zischend heraus. Gleichzeitig aber sieht man wie die Schale steigt in dem Maasse als die Luft entweicht. Das Gegengewicht, welches jetzt der Schale zugefügt werden muss, um wieder Gleichgewicht herzustellen, ist offenbar genau so gross als das Gewicht von sechs Kubikfuss Luft. Der Versuch kann noch in anderer Weise angestellt werden: Man wiegt eine Glasflasche, die 100 Kubikzoll umfasst, zuerst, wenn sie mit Luft gefüllt ist und wiegt sie nochmals, nachdem die Luft herausgepumpt worden. Der Gewichtsunterschied in diesem Falle ist selbstverständlich gleich dem Gewicht von 100 Kubikzoll Luft. Bei einem Barometerstande von 760 Millimetern und einer Temperatur von Null Grad des hunderttheiligen Thermometers wiegt 1 Kubikmeter Luft sehr nahe $1^1/_3$ Kilogramm. Ein Zimmer, von 10 Fuss im Geviert, enthält 38 Kilogramm Luft. Westminster Hall enthält 75 Tonnen. Die Luft ist ungefähr 760 mal leichter als ein gleiches Volumen Wasser.

3. Die gasförmige Beschaffenheit der Luft.

Die kleinsten Partikelchen oder letzten Atome der Luft sind so winzig, dass ein einzelnes derselben, abgesondert,

nicht erkennbar ist. Es ist kleiner als das winzigste Pünktchen einer Substanz, das dem menschlichen Auge vermittelst des stärksten Mikroskopes sichtbar wird. Mit Hülfe der Mikroskope werden feste Körper erkennbar, die nur den 80000sten Theil eines Zolles gross sind; die einzelnen Luftatome sind indess noch sehr viel kleiner. Wieviel winziger, lässt sich bis jetzt freilich noch nicht mit Bestimmtheit sagen. Sir William Thomson, der über die Molecularbeschaffenheit der Materie eingehende Forschungen angestellt hat, meint indess, die Atome der Luft und aller Gase seien so klein, dass nicht weniger als 500 Millionen derselben in einer Linie neben einander gereiht, erst die Länge eines Zolles ausmachen würden. Dabei sind alle diese Luftatome stets um das Mehrfache ihres eigenen Durchmessers von einander entfernt. Sie berühren einander nicht, sondern fluthen ungezwungen einher, sich gegenseitig energisch abstossend, wenn der Versuch gemacht wird, sie mechanisch in enge Gemeinschaft zu zwängen. Sir William Thomson hat geäussert, seine Untersuchungen liessen ihn schliessen, dass eine Menge von 100000 Trillionen Atomen in jedem Kubikzoll irgend einer Gasart enthalten seien. Solche Zahlen übersteigen bei weitem die Fassungskraft der Menschen, doch dienen sie wenigstens dazu, die Thatsache einzuprägen, dass die Luftatome von ganz ausserordentlicher Kleinheit sind.

4. Die Zusammendrückbarkeit der Luft.

Die Entfernung, in der die einzelnen Luftmolecüle von einander schweben, ermöglicht es, diese durch die Anwendung mechanischer Kraft bis zu einem gewissen

Grade zusammenzudrängen. Dieses führt zu der sogenannten Comprimirung der Luft — die mechanische Zusammenpressung derselben in ein kleineres Volumen. Luft, die in einer Röhre ohne Oeffnung enthalten ist, kann zusammengedrückt werden, indem man mit der Hand auf den Stempel drückt oder denselben mit einem Gewicht beschwert. Wird die doppelte Kraft als Druck auf die in einer festschliessenden Röhre enthaltene Luft angewandt, so lässt sich deren Volumen bis auf die Hälfte verringern. Dies ist eine der charakteristischen Eigenthümlichkeiten, wodurch sich gasförmige Körper von flüssigen Körpern unterscheiden. Gas ist in hohem Grade comprimirbar, Flüssigkeiten sind dies jedoch nur in sehr geringem Grade. Der Druck, der die Grösse eines gegebenen Volumens von Gas auf die Hälfte verringern würde, könnte ein gleiches Volumen Wasser nur um $^{45}/_{1000000}$ vermindern oder um ungefähr $^{1}/_{5000}$ seiner Grösse zusammenpressen. Die Zusammendrückbarkeit der Luft ist nun einem ganz bestimmten Gesetze unterworfen, welches durch die Arbeiten mehrerer hervorragender Forscher ermittelt worden ist.

Der erste, welcher sich hiermit beschäftigte und zwar zu Ende des siebzehnten Jahrhunderts, war ein burgundischer Priester, Edmé Mariotte, der in Dijon lebte und dort 1684 starb; das Gleiche geschah seitens des englischen Gelehrten Robert Boyle, der Mitglied des ersten Vorstandes der Royal Society war. Von diesem Gesetze wird gemeinhin als dem Mariotte'schen oder Boyle'schen Gesetze gesprochen. Es ist nicht allein auf die atmosphärische Luft, sondern ebenso auf alle Gasarten überhaupt anwendbar.

In seiner einfachsten Ausdrucksform sagt dieses Gesetz, dass das Volumen eines Gases stets um die Hälfte

verringert wird, wenn der Druck, dem das Gas ausgesetzt ist, verdoppelt wird. Es ist eine einfache Folge dieses Gesetzes, dass die Luft stets um so kräftigeren Widerstand leistet, auf je geringeren Umfang sie zusammengedrückt wird, ähnlich wie bei einer starken Feder, je mehr dieselbe gebogen wird. Ein Druck von 15 kg auf den Quadratzoll würde 100 Kubikzoll Luft auf 50 Kubikzoll zusammendrücken. Dann aber würde 30 kg erforderlich sein, um diese 50 Kubikzoll auf 25 Kubikzoll Volumen zu verringern.

Sobald die Kraft, welche die Zusammendrückung eines Gases hervorgebracht hat, beseitigt wird, erlangt das Gas sofort sein ursprüngliches Volumen wieder. Es ist dies lediglich eine Folge der abstossenden Kraft, welche die kleinsten Theilchen der Gase auf einander ausüben. Diese Eigenthümlichkeit des Gases, das ursprüngliche Volumen wieder zu erlangen, sobald der mechanische Druck beseitigt ist, wird in der gewöhnlichen Sprache als Elasticität bezeichnet.

Eine wichtige Folge der Zusammendrückbarkeit der Gase ist es, dass bei irgend einer gegebenen Menge der untere Theil durch das Gewicht der darauf lastenden Atome comprimirt oder zusammengedrängt wird. So werden in einem mit Luft gefüllten Zimmer die Atome der unteren Luftschichten durch das Gewicht der darauf lastenden Schichten dichter zusammengepresst.

5. Ausdehnung durch die Wärme.

Die Zusammendrückbarkeit der Luft mittelst Anwendung mechanischer Kraft wird jedoch in gewissem Grade durch den Einfluss der Wärme beeinträchtigt,

indem sich bei Zunahme ihrer Temperatur alle Gase ausdehnen. Dies zeigt schon der sehr gewöhnliche, allbekannte Versuch, eine nur zum Theil mit Luft gefüllte Blase gespannt und voll zu machen, indem man sie der Einwirkung der Ofenwärme aussetzt. Auch hier lässt sich die Wirkung, welche durch die Zunahme der Wärme hervorgerufen wurde, durch eine bestimmte Formel oder ein bestimmtes Gesetz ausdrücken. Mit der Ermittlung dieses Gesetzes haben sich verschiedene hervorragende Gelehrte befasst. Unabhängig von einander untersuchte sowohl der englische Physiker Dalton wie der französische Gelehrte Gay-Lussac in den Jahren 1801 und 1802 die hierher gehörigen Erscheinungen und in einer Denkschrift, die Gay-Lussac im Jahre 1802 veröffentlichte, berichtet derselbe, dass er Grund zu der Annahme habe, dieselbe Untersuchung sei bereits fünfzig Jahre früher von M. Charles, Professor der Physik an dem Conservatorium der Künste und Gewerbe, angestellt worden. Es ist dies derselbe Gelehrte, welcher sich auch zuerst des reinen Wasserstoffgases zur Füllung des Luftballons bediente. In Folge dieser Angabe Gay-Lussac's, pflegt man das Gesetz von der Ausdehnung des Gases als das Charles'sche Gesetz zu bezeichnen. Auch wird es zuweilen Regnault'sches Gesetz genannt, weil dieser französische Physiker es später auf Grund von Gay-Lussac's Experimenten neuerdings geprüft und die unmerische Angabe der Resultate genauer bestimmt hat.

Nach den Untersuchungen Gay-Lussac's nimmt sowohl bei der atmosphärischen Luft wie bei allen anderen Gasen das Volumen um $^1/_{272}$ zu für jeden Grad des hunderttheiligen Thermometers, um welchen die Temperatur dieser Gase steigt. Regnault's Berichtigung ergab eine Zunahme von $^1/_{273}$ des Volumens für jeden

Grad Wärmezunahme, und diese letztere Bestimmung wird jetzt allgemein als die genauere von der Wissenschaft angenommen. Wenn Luft von der Temperatur des Eises zu der des kochenden Wassers erhitzt wird, dehnen sich also 100 Kubikzoll bis auf 1366,5 Kubikzoll aus.

Die kinetische oder kinematische[1]) Theorie des gasartigen Zustandes betrachtet die Gasatome als im Zustand einer beständigen Bewegung begriffen. Sind dieselben in einem verschlossenen Gefässe enthalten, so müssen sie nach dieser Theorie beständig in allen Richtungen durch einander fliegen, gegen einander prallen und an die Wandungen des Gefässes stossen. Der auf das Gefäss in Folge der sogenannten Elasticität des Gases ausgeübte Druck wird lediglich diesen Bewegungen zugeschrieben und man schreibt auf Grund obiger Theorie die zunehmende Elasticität, welche durch vermehrte Hitze entsteht, einfach dem Umstande zu, dass die Bewegungen der Atome durch jede Temperatursteigerung beschleunigt und verstärkt werden. Es ist berechnet worden, dass die Atome des Wasserstoffgases unter einem barometrischen Drucke von 30 Zoll und bei der Temperatur des schmelzenden Eises auf diese Weise ihre kinematischen Reigen mit einer Geschwindigkeit von nicht weniger als 6097 Fuss in der Secunde ausführen.

6. Abnahme der Luftdichtigkeit mit der Höhe.

In Folge der Ausdehnung, welche die Luft erfährt, wenn der auf ihr lastende Druck abnimmt, wird die

---

[1]) Von κίνημα = Bewegung.

Atmosphäre in den höheren Regionen weniger dicht im Verhältnisse, als sie dort weniger durch den noch darüber ruhenden Luftdruck belastet ist. In einer Höhe von drei englischen Meilen, also in etwas grösserer Höhe als die Spitze des Mont Blanc, ist das auf der Luft lastende Gewicht um die Hälfte verringert und eine gegebene Menge Luft dehnt sich demzufolge dort auf den doppelten Umfang aus, den sie am Meeresspiegel einnimmt. In einer Höhe von 6 engl. Meilen hat sich ihr Umfang abermals verdoppelt. In einer Höhe von 60 engl. Meilen ist die Luft wahrscheinlich so dünn, wie der sogenannte leere Raum, den wir mit Hülfe der besten Luftpumpe erzeugen können. In einer solchen Höhe directe Beobachtungen anzustellen ist freilich unmöglich, da niemand für längere Zeit in so verdünnter Luft athmen und leben kann. Herr Glaisher stieg einst in einem Ballon 37000 Fuss oder nahezu 7 engl. Meilen hoch; in einer Höhe von 29000 Fuss verlor er jedoch die Besinnung und er nebst seinem Gefährten, Herrn Coxwell, verdankten ihre Rettung nur dem glücklichen Umstande, dass das Ventil geöffnet worden war, ehe thatsächliche Besinnungslosigkeit eintrat. In einer Höhe von 8 engl. Meilen müsste alles animalische Leben natürlich zu Grunde gehen.

Die Frage, wo die äussere Grenze der Atmosphäre anzunehmen ist, lässt sich daher nur auf theoretischem Wege lösen. Einige Autoritäten auf diesem Gebiete sind der Ansicht, dass 80 engl. Meilen über dem Meeresspiegel keine Luft mehr vorhanden sein könne. In Folge gewisser Beobachtungen, die neuerdings in Rio de Janeiro über den Einfluss der dünneren Luftregionen auf die Dämmerungserscheinungen angestellt wurden, schliesst ein competenter Forscher, Herr Liais, dass die Luft sich bis zu einer Höhe von 190 und möglicherweise

bis 212 englische Meilen über dem Meeresspiegel ausdehne.

7. Das Gewicht der Atmosphäre.

Das Gewicht der Luft, von dem schon gesprochen worden, ist sehr verschieden von dem Gewichte der Atmosphäre. Hiermit ist nicht die Anzahl von Grammen gemeint, die ein gegebenes Volumen an Luft, soviel wie beispielsweise in einer Halbquartflasche oder einem Zimmer enthalten sein mag, wiegt, sondern das Gewicht, mit dem eine Luftsäule von irgend einem bestimmten Durchmesser, die sich bis zur höchsten Grenze der Atmosphäre ausdehnt, auf die Erdoberfläche drückt. Das Gewicht der Atmosphäre in diesem Sinne wurde zuerst von dem italienischen Physiker Toricelli, einem Schüler Galilei's, um das Jahr 1648 festgestellt. Er nahm eine mehrere Zoll lange Glasröhre, die an dem einen Ende offen, an dem anderen geschlossen war und füllte dieselbe mit Quecksilber. Dann presste er den Finger fest auf die Oeffnung der Röhre, kehrte das untere Ende nach oben, senkte sie in ein Gefäss mit Quecksilber und zog dann behutsam den Finger zurück, so dass das in der Glasröhre enthaltene Quecksilber und das in dem Gefäss befindliche in ununterbrochener Berührung blieb. Als jetzt die umgekehrte Röhre nach diesem Verfahren perpendiculär aufrecht gehalten wurde, fand Toricelli, dass das Quecksilber in derselben sich senkte, bis der obere Theil genau 30 Zoll über der Oberfläche des Quecksilbers in dem Gefässe stand und auf diesem Standpunkte verharrte, oben in der Röhre einen leeren Raum lassend. Der Beobachter erklärte dieses eigenthümliche Ergebniss durch

die Annahme, dass die 30 Zoll hohe Säule von Quecksilber in der Röhre durch die Luftsäule, welche auf die Oberfläche des Quecksilbers in dem offenen Gefässe drücke, im Gleichgewichte erhalten würde. Diese Erklärung erwies sich als durchaus richtig; denn als später Pascal den Apparat auf die Spitze des Puy de Dôme, einen ungefähr 3500 Fuss hohen Berg in Frankreich, bringen liess, fand sich, dass die Quecksilbersäule dort in einer Höhe von nur 27 Zoll anstatt 30 Zoll verharrte. Auf dem Gipfel dieses Berges lag nämlich ein Zehntel des vollen Gewichtes der Luftsäule unter dem Beobachter, konnte also auf das Quecksilber in dem Rohre keinen Druck mehr ausüben. Der Versuch Toricelli's lieferte thatsächlich die Erfindung des Barometers, jenes wichtigen Instrumentes, das sich den Meteorologen von so hohem Nutzen erweist[1]).

Wenn dieser Versuch mit einer Röhre angestellt wird, die einen Querschnitt von genau einem Quadratzoll hat, so wiegen 2 Zoll der Quecksilbersäule in der Röhre 1 Pfund. Die 30 Zoll der Säule wiegen demgemäss 15 Pfund. Hieraus folgt, dass eine Luftsäule von einem

---

[1]) Der wirkliche Versuch, der zuerst von Toricelli angestellt wurde und zur Erfindung des Barometers führte, war etwas complicirterer Natur, als oben angegeben. Eine sechs Fuss lange Glasröhre wurde mit Quecksilber gefüllt und dann mit der Mündung in ein dasselbe flüssige Metall enthaltendes Reservoir gesteckt, das oben bis zu einer gewissen Höhe mit Wasser bedeckt war. Nachdem die Oeffnung der Röhre, welche während des Eintauchens mit einem Finger verschlossen gehalten worden war, freigegeben wurde, fiel die Quecksilbersäule im Innern auf 30 Zoll über der Quecksilberoberfläche im Reservoir. Als die Röhre so hoch gehoben wurde, dass die Oeffnung sich oberhalb des Quecksilbers im Reservoir befand, floss das flüssige Metall sofort aus der Röhre und das Wasser, welches noch die Mündung der Röhre deckte, strömte in den leeren Raum, bis die sechs Fuss lange Röhre gefüllt war.

Quadratzoll Querschnitt, die so hoch ist, dass sie von der Meeresfläche bis zur höchsten Grenze der Atmosphäre reicht, genau das Gewicht einer Quecksilbersäule besitzt, die denselben Querschnitt, aber nur 30 Zoll Höhe hat, oder mit anderen Worten, dass sie gleichfalls 15 Pfund wiegt. Wenn die oben genannte Luftsäule in ihrer ganzen Länge homogen wäre, anstatt sich aufwärts auszudehnen, oder sich mit der Höhe zu verdünnen, wie sie es in Folge ihrer gasartigen Beschaffenheit thut, so würde sie den 30 Zoll Quecksilber bereits in einer Höhe von 26 214 Fuss oder nahezu 5 engl. Meilen das Gleichgewicht halten. Die Luft ist fast 11 000 mal leichter als dieselbe Raummenge Quecksilber. Es bedarf in Wirklichkeit einer Säule von Luft, die etwas über 80 engl. Meilen hoch ist, um das Gleichgewicht herbei zu führen, weil die Luft, wie bereits erwähnt, nicht überall gleich dicht ist, sondern sich um so mehr ausdehnt, also um so dünner und lockerer wird, je höher man über den Erdboden emporsteigt.

Das offene, mit Quecksilber gefüllte Gefäss war bei Toricelli's Versuchen bedeutend grösser als die geschlossene Röhre, welche die Quecksilbersäule enthielt, dennoch wurde der hohen, mehrere Zoll breiten Luftsäule, welche auf die obere Fläche des Gefässes drückte, erfolgreich durch die schmale Quecksilbersäule in der Glasröhre das Gegengewicht gehalten. Dieses Ergebniss hat seinen Grund darin, dass nur eine Luftsäule von dem gleichen Durchmesser des Quecksilbers in der Röhre von jener Quecksilbersäule getragen wird. Die ganze übrige Luftsäule stützt sich auf den festen Boden des Gefässes. Dass dies wirklich der Fall, ist eine der feststehenden Bedingungen des Flüssigkeitsdruckes. Der Querschnitt der Quecksilbersäule bedingt selbst, eine wie breite Luft-

säule in thätigen Widerstand zu ihr treten oder ihr das Gegengewicht halten soll.

Der atmosphärische Druck erlangt eine ungeheure Gewalt, wenn grosse Flächen in Rechnung zu ziehen sind. Der Druck, der nur 15 Pfund auf einen Quadratzoll ausmacht, beträgt 2160 Pfund oder nahezu 1 Tonne auf einem Quadratfuss und 263000000 Tonnen auf einer Quadratmeile. Der gewaltige Druck, welcher durch die Luft erzeugt wird, zeigt sich in dem bekannten Platzen einer Blase, die fest über die Oeffnung eines Glascylinders gebunden wird, sobald die das Gegengewicht haltende Luft ausgepumpt worden ist. 15 Pfund auf den Quadratzoll werden technisch als eine Atmosphäre Druck bezeichnet, weil dies die Kraft ist, mit der die Atmosphäre auf einen Quadratzoll der Erdoberfläche drückt. — Die gesammte Lufthülle wiegt ungefähr $^1/_{1200000}$ der ganzen Erdkugel.

Die Atmosphäre drückt jedoch nicht stets mit gleicher Kraft auf die Erde. Es liegt zuweilen ein geringeres Luftgewicht auf einem Ort wie auf dem anderen. Wenn beispielsweise die Luft durch die Sonnenwärme über irgend einem Fleck der Erdoberfläche bedeutend erhitzt wird, so dehnt sie sich aus und wird leichter. Auf diese Weise kann bisweilen im Druck der Atmosphäre über einem beliebigen Punkte der Erdoberfläche ein Gewichtsunterschied bis zu $^1/_2$ Pfund auf den Quadratzoll entstehen. Ein solcher Unterschied zeigt sich sofort durch das Steigen oder Fallen des Quecksilbers im Barometer, das zu gewissen Zeiten bis zu einem Zoll höher steht wie zu anderen Zeiten. Sobald die Atmosphäre dichter und schwerer wird, steigt die Quecksilbersäule des Barometers in der Glasröhre; so wie die Luft sich verdünnt, fällt das Quecksilber. Dieses stündliche und tägliche Steigen und

Fallen der Quecksilbersäule bezeichnet man mit dem Namen Barometerschwankung.

Aber auch abgesehen hiervon, drückt die Atmosphäre keineswegs mit gleicher Kraft auf die verschiedenen Theile der Erdoberfläche. Das Barometer zeigt, dass der Luftdruck an einem Orte sehr stark sein kann, während er zur selben Zeit an einem nur wenige Meilen entfernten Orte bedeutend geringer ist. Es sind Regionen hohen und niederen Druckes dicht neben einander über die Erde vertheilt.

Der meteorologische Nutzen des Barometers ist hauptsächlich auf die Messungen dieser Unterschiede im atmosphärischen Drucke beschränkt, entweder wie dieselbe gleichzeitig in den verschiedenen Erdtheilen vorwalten, oder wie sie nach einander an einem Orte folgen. In beiden Fällen zeigen diese Unterschiede gewisse Verhältnisse der Atmosphäre oder Aenderungen in derselben an, die im engsten Zusammenhange mit dem Witterungswechsel stehen. Das Barometer wird bei meteorologischen Forschungen dazu verwandt, nicht um das Gewicht der Atmosphäre zu messen, sondern die Veränderungen, welche von Zeit zu Zeit in diesem Gewichte vorkommen und um diese Gewichtsunterschiede an den verschiedenen Orten festzustellen. Wind, Regen, Wolken, Sommerwärme und winterliche Kälte, sie alle sind Zustände, die aus der veränderlichen Beschaffenheit der Atmosphäre hervorgehen, welche uns die Oscillationen des Barometers anzeigen.

8. Das Glycerin-Barometer.

Statt des Quecksilbers könnte auch Glycerin oder irgend eine andere Flüssigkeit verwandt werden, um in einer Röhre dem atmosphärischen Drucke das Gleichgewicht zu halten. Indessen müsste die Länge der in der Röhre enthaltenen Säule bei Anwendung einer Flüssigkeit wie Glycerin 28 Fuss anstatt 30 Zoll betragen. Nur wenige Flüssigkeiten eignen sich zur Construction eines Barometers, weil von ihnen Dämpfe in den oberen Theil der Röhre emporsteigen, der doch ein leerer Raum bleiben sollte, und so die Wirksamkeit des Instrumentes hindern. Das Glycerin ist eine der besten, leichten Flüssigkeiten, die zur Construction eines Barometers verwandt werden können, da die Dämpfe desselben nur geringe Spannung besitzen und ausserdem nicht so leicht aufsteigen wie Wasserdünste. Endlich kocht Glycerin erst, wenn es bis zu einer Temperatur von 150° C. erhitzt worden ist. Ein solches sehr sinnreiches Barometer wurde von Herrn Jordan für die Ausstellung wissenschaftlicher Instrumente in South Kensington construirt. Dieses Barometer war an einer Treppe angebracht, und die Hauptröhre bestand aus einem gewöhnlichen metallenen Gasrohre von $^5/_8$ Zoll Durchmesser, das an der Spitze mit einer 1 Zoll weiten Glasröhre verbunden war, um die Beobachtung der Bewegungen der Glycerinsäule zu gestatten. Das Gefäss, ein Glasreservoir von dem 100fachen Umfange der Röhre, stand am Fusse der Treppe und eine Lage Paraffin überdeckte das Glycerin, um jede Absorbirung von Feuchtigkeit aus der Luft zu verhüten. Die Spitze der Säule und die Scala zum Ablesen des Steigens und Fallens der

Glycerinsäule befanden sich oben an der Treppe. Eine Veränderung der Luftbeschaffenheit, die einen Unterschied von einem Zoll in der Höhe der Quecksilbersäule des Barometers hervorbrachte, verursachte einen Unterschied von 10 Zoll in der Höhe des Glycerins. Das Barometer war mithin weit empfindlicher als ein gewöhnliches Quecksilberbarometer. Das specifische Gewicht des Glycerins ist 1,27.

Eine Pumpe kann nur bis zu einer Tiefe von 32 Fuss Wasser aus einem Brunnen aufsaugen, weil eine Wassersäule von 32 Fuss Länge dasselbe Gewicht hat, wie eine atmosphärische Säule von gleichem Querschnitte. Wenn der Druck, der auf der Spitze des Pumpenrohres lastet, durch die Hebung des Kolbens beseitigt ist, drängt die Atmosphäre, welche auf der Oberfläche des Wassers ruht, die Flüssigkeit in das Pumpenrohr hinauf. Natürlich vermag sie dies nur so lange, bis das Gewicht der Wassersäule, welche sie in das Rohr hinaufgetrieben, ihrem eigenen Drucke gleichkommt. Eine Pumpe ist also in einem gewissen Sinne ein Wasserbarometer. Das Wasser kann durch die Pumpe höher hinaufgesogen werden, wenn der atmosphärische Druck auf den Brunnen stark ist, als wenn derselbe verhältnissmässig niedrig ist.

9. Der Druck der Luft wirkt nach allen Richtungen.

Die Atmosphäre drückt nicht allein durch ihr Gewicht nach unten auf die Erde nieder, sondern sie dehnt sich auch mit gleicher Kraft nach allen Richtungen hin aus, wenn sie von oben niedergepresst wird. Dies ist wiederum eines der allgemein gültigen Gesetze des Flüs-

sigkeitsdruckes. Es rührt von der freien und leichten Beweglichkeit der Luft- und Flüssigkeitsatome unter einander her. Der Druck, der in der Richtung nach unten wirkt, überträgt sich auch durch die leicht beweglichen Partikelchen nach der seitlichen Richtung. Aus diesem Grunde werden die Magdeburger Halbkugeln seitlich zusammengepresst, sobald die Luft zwischen ihnen herausgepumpt worden ist. Eine flache Glasplatte drückt sich fest gegen den Boden eines Glascylinders, wenn sie durch denselben in ein mit Wasser gefülltes Gefäss niedergepresst wird. Aus diesem Grunde wiegen auch alle Körper weniger in der Luft als sie in einem leeren Raume wiegen würden. Sie werden nämlich in geringem Maasse durch den aufstrebenden Druck der Luft, die sie verdrängen, getragen. Ein Gegenstand irgend welcher Art, mit einem Volumen von 1 Kubikdecimeter, verliert in der Luft 1,3 g an Gewicht, da dies das Gewicht der Luft ist, deren Raum er einnimmt.

Der wichtigste Umstand, der mit dem Luftdruck nach allen Richtungen zusammenhängt, ist jedoch die Erzeugung der Luftbewegung oder des Windes. Wenn eine schwere Luftsäule neben einer leichteren niederdrückt, wird die Luftmenge, welche darunter liegt, immer von dem Orte, wo der Druck am stärksten ist, dorthin gedrängt, wo der Druck am geringsten ist. Da kalte Luft nothwendigerweise schwerer ist als ein gleicher Raumtheil warmer Luft, so findet demzufolge stets eine Luftströmung von kälteren Regionen der Atmosphäre nach den wärmeren und leichteren statt.

10. Die chemische Beschaffenheit der Luft.

Die Luft ist jedoch kein einfaches Gas. Sie besteht aus einer Mischung mehrerer gasartiger Substanzen, die unter einander gemengt sind.

Die Hauptbestandtheile der Luft bilden zwei Gase, Stickstoff und Sauerstoff. Diese sind nur mechanisch, in dem Verhältniss von 21 Raumtheilen Sauerstoff und 79 Raummengen Stickstoff gemischt. Die Atome dieser beiden Gase fluthen ungehindert durch einander und es ist eine merkwürdige, aber wohl begründete Thatsache, dass dies mit einer fast vollständigen Freiheit von jeder gegenseitigen Einwirkung geschieht. Die Sauerstoffatome drücken nicht einmal durch ihr Gewicht auf die Stickstoffatome. Sie sind ganz unbekümmert um deren Gegenwart und bewegen sich in den Zwischenräumen unter ihnen, als ob sie sich in einem Raume befänden, der sonst leer wäre. Dies ist eine wesentliche Bedingung des gasförmigen Zustandes überhaupt. Alle Gasarten verhalten sich in dieser Weise. Eine Gasart verbreitet sich ungezwungen durch die Zwischenräume, die zwischen den Atomen einer anderen Art liegen, ohne eine andere Beschränkung zu erleiden als eine ganz geringfügige Verlangsamung ihrer Bewegungen. Stickstoff und Sauerstoff sind unter dem Einfluss dieser gasartigen Ausbreitung gleichmässig auf alle Theile der Atmosphäre vertheilt. Dieselbe relative Menge jedes dieser Bestandtheile findet sich überall.

11. Der Wasserdampf der Atmosphäre.

Ueberall auf der Erde steigen fortwährend Dämpfe aus dem Wasser in die Luft auf in Gestalt von winzigen

Molekülen, die in unsichtbarem Zustande in den Zwischenräumen der Stickstoff- und Sauerstoffatome umherfluthen. Sie sind unsichtbar, weil sie an sich selbst sehr winzig und um viele Male die Grösse ihres eigenen Durchmessers von einander entfernt sind. Der dampfförmige Zustand ist mithin dem eines Gases physikalisch sehr analog. Der einzige Unterschied zwischen einem Dampfe und einem Gase ist der, dass sich jenes bei gewöhnlicher Temperatur aus der flüssigen in die unsichtbare luftförmige Gestalt verändern kann, und ebenso aus der luftförmigen Beschaffenheit wieder zurück in den flüssigen Zustand zu treten vermag, während ein Gas unter denselben Verhältnissen beständig in dem unsichtbaren Zustande verbleibt. Flüssiges Wasser verändert sich leicht zu feinem, gänzlich unsichtbarem Dunst und ebenso leicht zurück in die gewöhnliche Form. Indessen kann nur eine gewisse bestimmte Menge der Wassermoleküle in Gestalt von Wasserdampf durch Verdunstung in die Zwischenräume der Luftatome aufgenommen werden. Sobald dieses Quantum erreicht ist, vermag sich der Wasserdampf nicht mehr in unsichtbarem, durchsichtigem Zustande zu behaupten; die Moleküle beginnen sich zusammenzuhäufen und werden nun dem Auge als Nebel sichtbar. Mit anderen Worten, der Dunst wird zu Wasser und fällt als Regen durch die Luft nieder. Sobald die Luftzwischenräume so viel Wasserdunst aufgenommen haben, als sie in unsichtbarem Zustande überhaupt zu fassen vermögen, nennt man sie Luft mit Feuchtigkeit gesättigt.

Warme Luft wird jedoch nicht so leicht mit Feuchtigkeit gesättigt als kalte. Je wärmer die Luft ist, um so grösser ist das Quantum unsichtbaren Dunstes, das sie in den zwischen ihren Atomen liegenden Zwischenräumen aufzunehmen vermag. So kann die Luft, bei

einer Temperatur von 0° C., den $^1/_{100}$sten Theil ihres eigenen Gewichtes an unsichtbarem Wasserdampfe aufnehmen; bei einer Temperatur von 15° den $^1/_{80}$sten und bei 30° sogar den $^1/_{40}$sten Theil ihres Gewichtes. Mit anderen Worten, bei jeder Temperaturzunahme um 15° verdoppelt sich die Fähigkeit der Luft, unsichtbaren Dunst aufzunehmen.

Die Höhe der Quecksilbersäule des Barometers bezeichnet das vereinte Gewicht des Stickstoff- und Sauerstoffgases der Luft und der Wasserdämpfe; das heisst, jeder einzelne dieser Bestandtheile bringt eine Wirkung hervor, indem er die Quecksilbersäule des Barometers hebt.

Völlig gesättigte Luft enthält bei einer Temperatur von 0° C. nur 4,9 g Wasserdunst in jedem Kubikmeter. Bei einer Temperatur von 15° enthält jeder Kubikfuss gesättigter Luft 12,9 g und bei 30° 30,4 g.

Wenn mithin, zu irgend einer Zeit, völlig gesättigte Luft, die eine Temperatur von 30° besitzt, plötzlich auf 15° gekühlt wird, so werden nahezu 18,5 g Wasser aus jedem Kubikmeter Luft ausgeschieden. Hierin haben wir die Ursache des Regens. Die warme Luft nimmt so viel unsichtbaren Dunst auf als sie zu fassen vermag, trägt ihn auf den Flügeln des Windes fort und lässt da, wo sie gezwungen wird sich abzukühlen, einen entsprechenden Theil ihres unsichtbaren Wasserdampfes in Gestalt von Wassertropfen zur Erde niederfallen.

Die Verdunstung des Wassers in die Luft wird, und dies ist wohl zu beachten, in geringem Grade durch niedrigen atmosphärischen Druck vermehrt und gleichfalls durch den Wind begünstigt, der den Dunst, sowie er emporsteigt, mit sich fortführt. Umgekehrt wird auch die Erzeugung von Luftbewegung oder des Windes in

gewissem Sinne durch den mechanischen Einfluss des aufsteigenden Dunstes erleichtert.

12. Die abkühlende Wirkung der Verdunstung.

Jedes Gramm Wasser führt, wenn es in Dunst verwandelt wird, genügend Wärme mit sich fort, um die Temperatur von 537 g Wasser um 1° C. zu erhöhen. Diese Wärme wird folglich dem Wasser entzogen, oder mit anderen Worten, das verdunstende Wasser wird um so viel abgekühlt. Die Wärme geht jedoch nicht verloren; sie wird nur von dem Dunst absorbirt und dort in latentem oder schlummerndem Zustande festgehalten, das heisst in einem Zustande, in welchem sie nicht mehr fähig ist, eine Wirkung auf das Thermometer hervorzubringen, oder das Gefühl von Wärme zu erzeugen. Sie dient dazu, während sie in diesem latenten Zustande befangen ist, den Wasserdampf als solchen zu ermöglichen, die Moleküle desselben locker und in weiter Entfernung von einander schwebend zu erhalten. Sie leistet also nun diese Arbeit, während sie früher die Empfindung der Wärme hervorbrachte. Die volle Wärme wird jedoch der Luft in direct wahrnehmbarem Zustande zurückgegeben, sobald der Dunst sich wieder zu Wasser condensirt. Dies ist ein Grund, weshalb der Eintritt von Regen häufig von einer Steigerung der Lufttemperatur begleitet erscheint.

13. Die abkühlende Wirkung der Verdünnung.

Sobald man in höhere Regionen der Atmosphäre hinaufsteigt, wenn man z. B. einen hohen Berg erklettert,

findet man, dass die Luft beim Höhersteigen fortgesetzt kälter und kälter wird. Dies ist zwei Ursachen zuzuschreiben. Erstens, je höher die Region ist, je weiter ist sie dem warmen Boden entrückt, der die Hauptquelle für die der Luft mitgetheilte Wärme ist. Die Sonnenwärme kommt nämlich in erster Linie nicht der Luft selbst, sondern dem festen Boden zu gute, und die Luft wird erwärmt, indem sie den Boden berührt. Doch abgesehen hiervon, absorbirt die Luft, sobald sie sich unter der Abnahme des Druckes in den höheren Regionen ausdehnt, Wärme, um eben ihre eigene Ausdehnung aufrecht zu erhalten. Die so verbrauchte Wärme wird latent oder für das Gefühl unwahrnehmbar. Die Luft selbst muss also erkalten, weil ihre Wärme zu einem anderen Zwecke verwendet wird. Während der Verdünnung eines Gases wird stets Wärme absorbirt und der Wahrnehmung entzogen; während der Condensirung hingegen wird beständig Wärme entwickelt und fühlbar gemacht. Man kann bekanntlich genügend Hitze erzeugen, um ein Stück Zunder in Brand zu setzen, indem man Luft im Innern einer geschlossenen Röhre plötzlich zusammenpresst.

Die Luft an der äussersten Grenze der Atmosphäre ist durch Verdünnung wahrscheinlich auf — 60° C. über dem Aequator, und auf — 80° C. über den Polen abgekühlt.

14. Diathermansie der trockenen Luft.

Die Sonnenstrahlen durchdringen die reine, trockene Luft, ohne deren Moleküle im geringsten zu erwärmen. Die Luft ist, so zu sagen, für Wärme durchgängig. Diese merkwürdige Eigenschaft wird Diathermansie [1]) genannt.

[1]) Von διά, durch, und θέρμη, Wärme.

Professor Tyndall hat durch directe Untersuchungen erwiesen, dass trockene Luft ebenso wie Stickstoff-, Sauerstoff- und Wasserstoffgas für Wärme so leicht durchdringbar sind als ein Vacuum oder leerer Raum.

15. Die Wärmeabsorption des Wasserdampfes.

Die Wasserdünste, selbst im unsichtbarsten und transparentesten Zustande, wirken andererseits als eine mächtige Schutzmauer gegen die Wärmestrahlen der Sonne, indem sie dieselben in sich festhalten und ihnen den freien Durchgang verwehren. Dies ist eine sehr wichtige Thatsache. Die Wasserdünste der Atmosphäre halten nicht nur einen beträchtlichen Theil der Sonnenwärme auf, ehe diese die Erde erreicht, sondern sie dienen auch dazu, sie hier festzuhalten. Professor Tyndall hat gezeigt, dass 10 Proc. der Wärme, welche von der festen Erdoberfläche durch feuchte Luft hindurch ausgestrahlt wird, innerhalb 10 Fuss von jener Oberfläche festgehalten werden. Die Sonnenstrahlen zeigen auf Berggipfeln eine sehr starke Wärmekraft, weil die Luft in der Höhe zu trocken ist, um eine Schutzwand gegen die Wärme zu bilden. Die Hitze an niedrig gelegenen Orten, selbst in den Tropen, ist jedoch nicht sengend, sondern mild, weil ihre grösste Kraft durch die reichlichen Dünste, welche in den tieferen Luftschichten vorhanden sind, gebrochen ist.

Professor Tyndall ist der Ansicht, dass die ungeheuren Regengüsse, welche oft in den Tropen fallen, zum Theil der mächtigen Wärmestrahlung durch die trockene Luft hindurch zuzuschreiben sind, welche

über der niedriger gelegenen Region grosser Feuchtigkeit ruht. Er meint, dass die aufsteigende Säule völlig gesättigter Luft ihre Wärme durch freie Strahlung abgiebt, sobald sie über die dichte Dunstwand der niederen Gegenden gelangt und der überschüssige Dampf dann condensirt und als mächtiger Regen niedergeworfen wird. Die Bildung von Haufenwolken dürfte einer gleichen Ursache zuzuschreiben sein. Der sichtbare Dunst bildet sich, wo die Strahlung durch die dünne trockene Luft oberhalb, am kräftigsten vor sich geht. Professor Tyndall spricht sehr bezeichnend von der Haufenwolke als dem Kapitäl einer unsichtbaren Säule gesättigter Luft. Die Berggipfel sammeln aus dem gleichen Grunde Wolken um sich an; sie kühlen sich ab, indem sie durch die trockene Luft, die über ihnen liegt, ihre Wärme in den Raum ausstrahlen; sie steigern natürlich auch noch diese Wirkung, indem sie feuchte Luftströmungen zu ihren Gipfeln gewissermaassen heraufziehen, sie veranlassen, sich auszubreiten und während des Aufsteigens ihre Feuchtigkeit unter dem verminderten Druck abzugeben. Selbst in der glühend heissen Wüste Sahara sind die Nächte verhältnissmässig kühl, weil die Luft dort ausserordentlich trocken und klar ist und daher während der Nacht starke Ausstrahlung gestattet.

Man muss also festhalten, dass ein klarer, wolkenloser, sternenheller Himmel nicht nothwendig eine starke nächtliche Ausstrahlung der Erdwärme bedingt. Zu diesem Zwecke muss die Luft ebensowohl trocken als klar sein. Eine feuchte, klare Luft wirkt in hohem Grade als Schirm, der die Wärme der Erdoberfläche von der Ausstrahlung in den kalten Weltraum zurückhält.

16. Kohlensäure und Ammoniak der Atmosphäre.

In den Zwischenräumen der Luftatome finden sich, wenn auch in bedeutend geringerer Menge, stets noch zwei andere gasartige Substanzen vor, die ihre Moleküle mit denen der Wasserdünste vermischen. Dieses sind die zusammengesetzten Gase, Kohlensäure und Ammoniak, welche durch die Zersetzung und Verbrennung organischer Stoffe beständig in die Atmosphäre ausgeströmt werden. Die Menge derselben ist jedoch so klein, dass das Barometer ihr Vorhandensein in keinem Falle anzeigen kann. Es finden sich ungefähr 3,36 Raumtheile Kohlensäure in je 10 000 Raumtheilen Luft, und ein Geringes mehr als dieses Quantum an Ammoniak in 10 000 000 Raumtheilen Luft. Im Verhältnisse zum Drucke der ganzen Atmosphäre ist also der Druck, den diese Gasarten auf das Quecksilber im Barometer ausüben, praktisch durchaus ohne Bedeutung. So klein indessen die Mengen jener Gase im Vergleiche zur Gesammtatmosphäre sind, so können sie dennoch ein relativ sehr beträchtliches Quantum ergeben, sobald grosse Räume der Atmosphäre in Betracht kommen. Die Luft, die stets auf einer englischen Quadratmeile Landes lastet, enthält in sich nicht weniger als 1 300 000 Tonnen Kohlensäure, mithin soviel, als 371 475 Tonnen des festen Elementes Kohlenstoff, das durch seine Verbindung mit Sauerstoff in den gasförmigen Zustand umgewandelt ist. Der Regen führt jährlich jedem engl. Acre (= 0,4 Hectare) Boden 30 Pfund Ammoniak zu, obgleich dieses Gas, infolge seiner grossen Löslichkeit, in tausend Mal geringerer Menge in der Luft enthalten ist als die Kohlensäure.

17. Das Ozon.

Hauptsächlich unter dem Einflusse elektrischer Entladungen von hoher Intensität, dann auch bei Verdunstung von Wasser, entwickelt sich in der Atmosphäre ein eigenthümlicher Geruch, welcher dem Vorhandensein einer besonderen Substanz in geringen Mengen, zugeschrieben wird, die von Prof. Schönbein in Basel, im Jahre 1840, ihres eigenthümlichen Geruches halber Ozon [1]) benannt wurde. Dasselbe findet sich, auch da wo es am reichlichsten entwickelt ist, stets nur in sehr geringen Mengen in der Atmosphäre, so dass kaum mehr als ein Theil Ozon in 700 000 Theilen Luft enthalten ist.

Es ist gegenwärtig erwiesen, dass das Ozon kein besonderer Körper, sondern nur ein condensirter, ganz besonders activer Zustand des Sauerstoffes ist.

Im Jahre 1856 [2]) gelang es Dr. Andrews, durch directe Experimente nachzuweisen, dass das Ozon ein auf die Hälfte seines Volumens condensirter Sauerstoff ist, und in Sauerstoff zurückverwandelt werden könne, indem man es einer höheren Temperatur aussetzt. Das Ozon zeichnet sich vor Allem durch seine hohe oxydirende Kraft aus. Es zerstört die Beweglichkeit und den hellen Glanz des metallischen Quecksilbers, enthebt Kalium seiner neutralen Verbindung mit Jod, so dass letzteres Element frei wird und im Stande ist, bei Verbindung mit Stärke seine charakteristische blaue Farbe zu entwickeln.

---

[1]) Von ὄζω, ich rieche.

[2]) Siehe Philos. Transactions of the Royal Society for 1856.

Ebenso zersetzt es sehr schnell die meisten organischen Substanzen. In sehr dicht bevölkerten Städten findet man daher einen gänzlichen Mangel an Ozon in der Luft, dagegen ist es gewöhnlich in Menge auf dem offenen Lande und ganz besonders in der Nähe des Meeres vorhanden.

18. Die Durchsichtigkeit der Luft.

Die reine Luft ist frei durchgängig für die Schwingungen des Lichtes. Diese dringen ebenso leicht mitten durch die atmosphärischen Moleküle hindurch wie durch einen leeren Raum. Die Diathermansie und die Durchsichtigkeit der Atmosphäre sind, wie ich hier gleich hervorheben muss, von der höchsten Wichtigkeit für die Existenz aller lebenden Wesen auf der Erde. In Folge der Diathermansie der Atmosphäre gelangt die erwärmende Kraft des Sonnenscheines bis herab zur Erdoberfläche, um die mannigfachen molekularen Thätigkeiten und Veränderungen hervorzubringen, von denen die Lebensfunctionen abhängen. Die Durchsichtigkeit der Luft öffnet, so zu sagen, die Fenster der Erde, erstens für den Ausblick des Menschen in die umgebenden Regionen des Raumes, und zweitens für den Zutritt jener wunderbaren Lichteffecte, welche die irdischen Gegenstände dem Auge sichtbar machen und deren Oberflächen mit der reichen Mannigfaltigkeit der Farben, des Glanzes und der Schattirungen bekleiden. Man braucht sich London nur in einem dichten Novembernebel zu denken, um ein lebhaftes Bild davon zu erhalten, was die Erde ohne die Diathermansie und Durchsichtigkeit ihrer atmosphärischen Umhüllung sein würde.

Es ist eine merkwürdige Thatsache, dass die Wasserdämpfe in dem Zustande ihrer grössten Elasticität die Lichtschwingungen nicht aufhalten, wie sie dies bei den Wärmeschwingungen thun. Sie sind für das Licht ebenso transparent als die reine Luft selbst. Sobald sich die Wasserdünste jedoch zu sichtbarem Nebel condensiren, ist ihre Durchdringbarkeit für Lichtschwingungen aufgehoben. Die prächtigen Farben, die nach Sonnenuntergang am westlichen Horizonte auftauchen, rühren von den allerstärksten Luftschwingungen her — nämlich von denjenigen, welche die Eindrücke von Gelb, Orange und Roth hervorbringen —, welche nicht im Stande sind, ungehindert jene Schichten der Atmosphäre zu durchdringen, die mehr oder weniger von Nebeln und Wolken erfüllt sind. Diese gelben und rothen Schwingungen werden durch die sich sammelnden Nebel aufgefangen, auf die Erdoberfläche zurückgeworfen und gelangen auf solche Weise zum Auge des Beobachters. In ihrem reinsten Zustande scheint die Atmosphäre nicht völlig so leicht für die Luftschwingungen durchdringbar zu sein als für die Schwingungen der Wärme. Die Bläue des wolkenfreien Himmelsgewölbes rührt in Wirklichkeit von den schwachen blauen Schwingungen her, die von der Erde aufwärts zurückgestrahlt werden. Diese werden nämlich von den Luftpartikelchen und Dunstmolekülen aufgefangen, die in der Atmosphäre, eins hinter dem anderen, zusammengedrängt sind. Die Atmosphäre über uns ist blau, weil sie im Stande ist, die blauen Lichtschwingungen, die durch sie hindurch in den äusseren Raum hinausstreben, festzuhalten und gegen das Auge zurückzuwerfen. Die Luft ist wirklich, wenn man die ungeheure Tiefe der Atmosphäre in Rechnung zieht, ein blaues Medium, anstatt vollständig farblos und vollständig klar zu sein. Sobald man in die höheren Re-

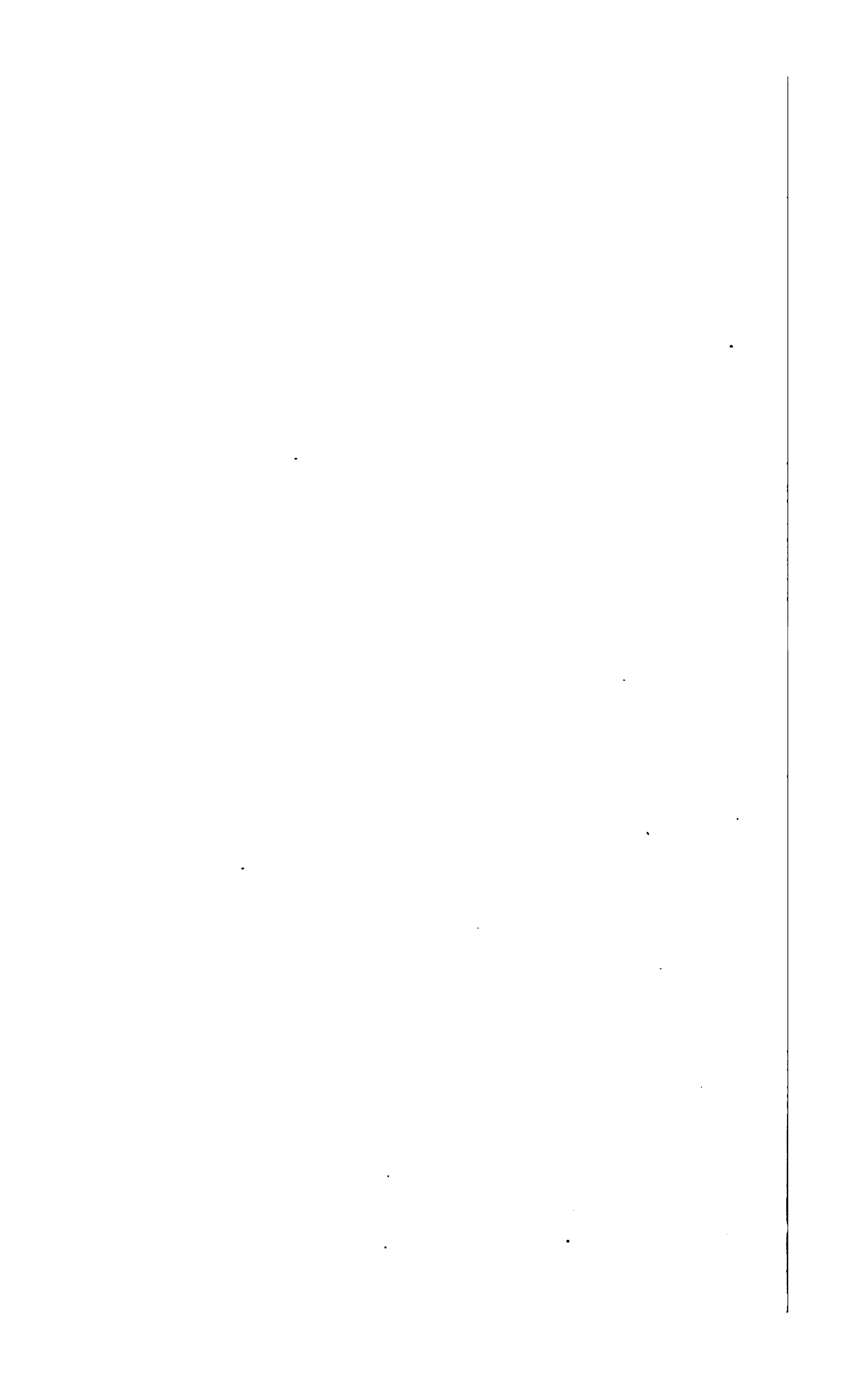
gionen der Atmosphäre hinaufsteigt, nimmt der Himmel ein immer tieferes, dunkleres Blau an, weil in dem Maasse als man höher emporsteigt, immer weniger Lufttheilchen bleiben, um die blauen Schwingungen festzuhalten und zurückzuwerfen.

METEOROLOGISCHE VORLESUNGEN.

ZWEITE VORLESUNG

VON

JOHN KNOX LAUGHTON.



Die Lufttemperatur, ihre Vertheilung und Veränderung.

Der Gegenstand dieser Vorlesung könnte möglicherweise als ein solcher betrachtet werden, der einigermaassen in das Gebiet der Geographie hinüberschweift. Ich muss mich hiergegen verwahren; aber ich gebe bereitwillig zu, dass nicht nur das Thema dieser Vorlesung, sondern überhaupt ein grosser Theil der Meteorologie jenem Zweige der Geographie sehr nahe verwandt ist, der, unter Zuhülfenahme der Physik, die Phänomene zu erläutern und klar zu legen versucht, welche in den verschiedenen Theilen der Erde beobachtet worden sind. Ich müsste es in der That beklagen, wenn sich die Meteorologie nur auf das Ablesen der Thermometer oder die Ausführung ähnlicher Messungen beschränkte; ebenso wie es bedauerlich wäre, wenn die Geographie nichts weiter darstellte als Entdeckungen, Ausmessungen und Kartenzeichnen. Wenn unter Geographie das Studium der Erde mit allem was dazu gehört, verstanden wird, so umschliesst sie auch die Meteorologie, die sich mit dem Studium der die Erde umgebenden Atmosphäre, der Luft, welche wir athmen und in welcher wir leben, beschäftigt. Von welchem Gesichtspunkte aus man aber auch die Sache

betrachten mag, immer muss man zugeben, dass die in Rede stehenden beiden Wissenschaften, wenn auch nicht identisch, doch so eng mit einander verknüpft erscheinen, dass sie in mancher Beziehung nicht getrennt werden können. Hier habe ich zuvörderst die klimatischen Verhältnisse im Auge. Denn sobald irgend ein Ereigniss eintritt, das uns an einem beliebigen Orte lebhaftes Interesse nehmen lässt, so ist die erste Frage gewöhnlich diejenige nach dem Klima dieses Ortes. Ebenso sind es bei dem, noch über den Ort seiner Niederlassung unschlüssigen Ansiedler vornehmlich die nachstehenden Fragen, welche für die Wahl den Ausschlag geben: Ist das Klima gesund? ist es feucht? ist es trocken? ist es heiss? Es werden ohne Zweifel noch manche andere Punkte in Erwägung gezogen: ein guter Hafen, ein lebhafter Markt, ein reicher Boden, herrliche Früchte, reiche Getreideernte, saftiges Gras. Diese sind ebenfalls, wenn auch in anderer Weise, Abbilder der klimatischen Verhältnisse, der Regenmenge, der Sonnenwärme, der Winde; und obgleich sie also eine directe meteorologische Bedeutung haben, so sind sie doch an sich selbst nicht diejenigen Punkte, auf welche hin ein Mann, ich will nicht sagen sein Leben, aber das Leben derer, die ihm am theuersten sind, wagt. Sie zerrinnen in ein Nichts, gegenüber der brennendsten aller Fragen, nämlich der: Ist der in Aussicht genommene Ort überhaupt dem Leben zuträglich? Die Antwort schliesst eine specielle Untersuchung der Luftbeschaffenheit ein. In mancher Beziehung würden hierzu freilich Instrumente erforderlich sein, die an Empfindlichkeit weitaus alles überragen, was bis jetzt von Menschenhand hergestellt worden ist. So z. B. müsste man ein Instrument haben, das ebenso fein construirt ist wie der menschliche Körper selbst, wenn

man mittels desselben das Fieber erzeugende Miasma mancher Gegenden unmittelbar nachweisen wollte. Hieran ist freilich nicht zu denken, aber in anderer Hinsicht kann man die klimatischen Verhältnisse mit fast mathematischer Genauigkeit erforschen und gewisse Eigenthümlichkeiten derselben kartographisch zur Anschauung bringen.

Unter diesen Eigenthümlichkeiten, die einer genauen Ermittelung fähig sind und ausschliesslich in das Gebiet der meteorologischen Wissenschaft fallen, gehören die Temperaturverhältnisse zu den wichtigsten. Doch nicht nur um die ernsteren Angelegenheiten des Lebens zu regeln, tritt die Temperaturfrage an uns heran; sie drängt sich uns fortwährend auf, sie gehört dem Badezimmer und dem Gewächshause an, ich habe sie im Theater und im Ballsaale erörtern hören, und der Strassenverkäufer, der für einen halben Groschen Eis anbietet, wird von ihr nicht am wenigsten berührt. So hat die Temperatur nach allen Richtungen hin ein Interesse für uns, das mit der Geburt beginnt und erst mit dem Tode endet.

Es ist nicht meine Aufgabe, hier mich weiter über die verschiedenen Quellen der Wärme und der Modificationen, welchen dieselbe, wenn sie einmal erregt ist, unterworfen sein kann, zu verbreiten. Soweit das Klima in Betracht kommt, stammt alle Wärme direct oder indirect von der Sonne her. Wenn die Sonne verlöschen würde, hätten wir überhaupt keine Wärme. Es ist schwer, einen derartigen Zustand der Dinge zu fassen. Der absolute Gefrierpunkt, die Temperatur bei der, wie man annimmt, die Luft ihre ganze elastische Kraft verloren haben würde, ist auf ungefähr 273° nach der hunderttheiligen Scala unter dem Gefrierpunkt des Wassers geschätzt worden; also so tief unter demselben, als die

Temperatur geschmolzenen Bleies über demselben ist. Ob dieser sogenannte absolute Nullpunkt der Temperatur wirklich ein Maassstab für die Abwesenheit aller Wärme ist, wissen wir nicht und werden es auch, soweit sich dies heute beurtheilen lässt, wohl niemals erfahren. Möglicherweise bezeichnet der absolute Gefrierpunkt die Temperatur des uns umgebenden, sternerfüllten Himmelsraumes. Einige Gelehrte sind in der That dieser Ansicht, andere dagegen glauben, dass der Raum noch weit kälter sein müsse; wieder andere behaupten, der Himmelsraum könne infolge der vereinten Wärmestrahlung aller Sterne bei weitem nicht so kalt sein und schätzen die Temperatur desselben auf 150° C. unter dem Gefrierpunkt. Dies alles sind jedoch nur unerwiesene Vermuthungen. Der einzige Grenzwerth, der sich auf verlässliche Experimente stützt, ist der absolute Nullpunkt; und in Ermangelung genauerer Ermittelungen bin ich geneigt, den Werth von 273° unter dem Gefrierpunkt des Wassers näherungsweise als Temperatur des Raumes anzunehmen.

Man pflegt die Erde selbst oft als eine Wärmequelle zu bezeichnen und mit Recht insofern als man weiss, dass bei Bohrungen die Bodentemperatur für je 100 Fuss Tiefe um je 1° zunimmt. Allein diese eigene Wärme unseres Planeten ist auf der Erdoberfläche nicht mehr fühlbar und hat durchaus nichts mit dem Klima zu thun. Alle klimatische Wärme rührt einzig von der Sonne her, und ohne diese würden wir überall von einer Temperatur umgeben sein, die, wenn auch nicht gerade dem absoluten Nullpunkte gleich, so doch tief unter allen Temperaturen liegt, welche wir aus Erfahrung gegenwärtig kennen. In der That müsste diese Temperatur weit niedriger sein, als alle diejenige, die man jemals

in Sibirien oder den hohen nördlichen Breiten, über Smith Sund hinaus, wirklich beobachtet hat.

Da nun die Sonne die einzige Quelle aller klimatischen Wärme ist, so könnte es auf den ersten Blick scheinen, als ob alle Orte, die unter demselben Breitengrade liegen, auch gleiche Temperatur haben müssten; als ob die Abnahme der Wärme, vom Aequator gegen die Pole hin, regelmässig und überall die gleiche sei. Dass dies nicht der Fall ist, braucht als bekannt nicht besonders hervorgehoben zu werden, ja es ist eine Sache häufiger persönlicher Erfahrung. Die Temperatur der verschiedenen Regionen der Erdfläche hängt von sehr vielen Bedingungen zugleich ab. Die geographische Breite ist allerdings auch eine derselben, aber freilich, abgesehen von extremen Distanzen, keineswegs eine wichtige.

Wenn wir auf einer Karte für eine möglichst grosse Zahl von Orten die Durchschnittstemperaturen entweder von einem Monat, einer Jahreszeit, oder einem Jahre verzeichnen, und alle diejenigen Orte durch eine Linie mit einander verbinden, welche dieselbe Temperatur besitzen, so nennt man die so gezogenen Linien Isothermen, d. h. Linien gleicher Wärme. Die Karten, welche derartige Linien zur Anschauung bringen, werden Isothermkarten genannt. Die ausgehängte Karte zeigt, in verschiedenen Farben, die Isothermen für den Monat Januar, für den Juli und für das Jahr. Schon der erste Blick auf diese Karte genügt um zu erkennen, dass die Isothermen in Bezug auf die Parallelkreise der Erdoberfläche sehr unregelmässig verlaufen, also von den Breitengraden völlig abweichen. Es ist daher augenscheinlich ganz unmöglich, zu sagen, irgend eine besondere Temperatur gehöre irgend einem besonderen Breitengrade, zu

irgend einer besonderen Zeit an; es ist unmöglich, aus der Stellung der Sonne und dem Breitengrade zu berechnen, wie die Temperatur an irgend einem Orte beschaffen sein müsste, obgleich dies lange Zeit hindurch eine Lieblingsidee war. Alles was wir thun können besteht darin, eine möglichst grosse Zahl von Temperaturbeobachtungen an verschiedenen Punkten jedes Parallelkreises wirklich zu beobachten, hieraus Mittelwerthe zu ziehen und diese endlich als Grundlage unserer Vorstellung von der Temperatur zu betrachten, die jenem Parallelkreise angehört. Die so ermittelte Durchschnittstemperatur hat man die Normaltemperatur des Breitengrades benannt; während die Abweichungen, welche von diesem Durchschnitt stattfinden, als thermische Anomalie oder Abweichung bezeichnet werden. Bezeichnet man auf einer Karte für eine möglichst grosse Anzahl von Orten die Abweichungen von der Normaltemperatur, und vereinigt wiederum alle Orte, welche gleich grosse Abweichungen aufweisen, durch Linien, so erhält man ein System von Curven, welche thermische Isanomalen oder Linien gleicher Wärmeabweichung genannt werden. Solche Karten sind interessant, indem sie von einem besonderen Gesichtspunkte aus darthun, ein wie unbedeutender Zusammenhang zwischen geographischer Breite und Durchschnittstemperatur besteht. Darüber hinaus haben sie jedoch wenig Bedeutung, und die Normaltemperatur, auf die sie sich zuletzt beziehen, ist ganz und gar künstlich, da sie in der Wirklichkeit durchaus nicht vorkommt.

Was ist nun der Grund dieser so stark hervortretenden Unregelmässigkeit? Von den rein localen Ursachen ist die wichtigste diejenige, die wir gemeinhin als Lage bezeichnen. Ein Ort an der Seite eines Abhanges,

der der Mittagssonne zugewandt und vor kalten Winden durch eine Hügelkette, einen Höhenzug, oder selbst nur durch eine Baumgruppe geschützt ist, wird oft bedeutend wärmer befunden als andere Orte in der Nähe, die weniger günstig gelegen sind. Manche Badeorte an der Südküste Englands sind wohlbekannte Beispiele hiervon: Ventnor und Torquai in einem fast extremen Grade. Soweit die blosse Empfindung zur Geltung kommt, besteht meines Erachtens nicht viel Unterschied zwischen Undercliff an einem schönen Juli-Nachmittage und der Königinstrasse in Hong-Kong. Aberdour, an der Südküste von Fife ist ein ähnlich gelegener Ort; von einer niederen Klippe geschützt, findet man hier um Weihnachten und Neujahr Geranien und Ehrenpreis in voller Blüthe. Die gleiche Ursache wirkt natürlich in jedem Theile der Welt. Mit benachbarten Orten verglichen, hängt die Temperatur eines jeden Punktes fast vollständig von seiner individuellen Lage und dem Schutze derselben ab. Beispiele hiervon werden Jedem bekannt sein. Ich will daher nur einen einzigen ganz bemerkenswerthen Fall anführen, der den Einfluss der Lage unter sehr schwierigen Verhältnissen trefflich illustrirt. Sir George Nares erwähnt nämlich einen kleinen See in in der Nähe von Alert's Winterquartier, der, obgleich 500 Fuss über dem Meere gelegen, keine Anzeichen von Zufrieren darbot, trotzdem die Temperatur am Meeresspiegel auf — 2° C. gefallen und in den Niederungen kein Wasser zu erhalten war [1]).

Dieser Hinweis auf arktische Beobachtungen führt mich zu einer anderen und zwar sehr eigenthümlichen Ursache localer Temperaturunterschiede. Wenn Wasser in

[1]) Nares Voyage to the Polar Sea, Vol. II, 142.

Eis übergeht, so wird eine grosse Menge der in ihm enthaltenen Wärme, so zu sagen, herausgepresst; die molekulare Kraft desselben wird der umgebenden Luft übermittelt und vertheilt sich dort. Geschieht dies in grossem Maassstabe, so kann und wird hierdurch eine bemerkbare und anscheinend paradoxe Temperaturerhöhung hervorgerufen, und für den Augenblick die Strenge eines arktischen Klimas gemildert. In der That ist diese Wirkung besonders in Sibirien beobachtet worden und tritt dort beim Zufrieren der Meere, Seen und Flüsse im October hervor[1]. Das Aufthauen des Eises wirkt in genau entgegengesetzter Weise. Denn, sobald sich Eis in Wasser verwandelt, absorbirt es einen grossen Theil der umgebenden Wärme und trägt dadurch bei, die allgemeine Temperatur zu erniedrigen. In den jetzt erörterten Umständen ist der Grund zu suchen, weshalb in den polaren Regionen diejenigen Punkte, welche infolge der äusseren Gestaltung des Landes, der Ebbe und Fluth und der Strömungen, gewissermaassen beständige Eisfallen sind, ein so ausnahmsweise strenges Klima haben. Ein solcher Ort ist die Melville Bai, ein anderer Rensselaer Hafen, das Winterquartier Kane's während zweier traurigen Winter, während Port Foulke, zwischen diesen beiden gelegen, als verhältnissmässig milde bezeichnet wird. Der Unterschied ist nicht der blossen Anwesenheit oder Abwesenheit von Eis zuzuschreiben, sondern hauptsächlich vielleicht der Thatsache, dass Eis, welches an einem Punkte gebildet wurde, wo es seine Wärme abgab, forttrieb, um aufzuthauen und an dem anderen Punkte Wärme zu absorbiren.

---

[1]) Wrangel, Expedition to the Polar Sea, p. 48. (II. Ausgabe von Oberst Sabine.)

Wenn wir von geringeren, oder wie man sie nennen kann, rein localen Ursachen zu grösseren oder geographischen übergehen, so sind die am meisten hervortretenden die Unterschiede im Boden oder in der geologischen Formation. Die Sonne, welche auf die Lufthülle der Erde scheint, erwärmt diese in keinem irgendwie wahrnehmbaren Grade; vielmehr geht die directe Sonnenwärme durch die Luft, wie das Sonnenlicht durch Glas. Die Luft empfängt ihre Wärme erst vom erwärmten Erdboden, durch Berührung desselben und durch dessen Wärmestrahlung. Dies wird für Manchen ohne Zweifel sehr überraschend und seltsam erscheinen. Wenn die Wärme, die von der Sonne auf die Erde strahlt, die Luft beim anfänglichen Hindurchgehen nicht erwärmt, warum sollte sie dieselbe später bei Berührung mit dem Boden, oder nachdem sie von dem warmen Boden wieder zurückstrahlte, erwärmen? Und dennoch verhält es sich so. Die Ursache ist darin zu suchen, dass der Charakter der Wärme sich verändert; dass ihre Wellen, die kurz und schnell in ihren Schwingungen waren, jetzt lang und träge sind. Wärme, die von einer nicht leuchtenden Quelle ausstrahlt, wird von der Luft, und besonders von feuchter Luft, aufgehalten, ähnlich wie directe Wärmestrahlen durch einen Glasschirm aufgehalten werden, den man vor das Feuer stellt. Eine andere wohlbekannte Illustrirung derselben Eigenthümlichkeit, liefert die erstickende Hitze eines Zimmers, wenn die Sonne voll auf die geschlossenen Fenster scheint; mehr noch ist dieses der Fall mit der Hitze eines Gewächshauses. Die leuchtenden Wärmestrahlen dringen nämlich durch die Glasscheiben ein, die dunklen Wärmestrahlen können dagegen nicht mehr hinaus gelangen; das Zimmer oder das Gewächshaus ist somit eine wahre Wärmefalle. Die Sonnen-

wärme kann auf solche Weise zu einer Menge angesammelt werden, die fast unglaublich scheint. Wenn man einen Kasten, der mit einer dunklen, nicht wärmeleitenden Substanz, z. B. mit schwarzer, auswattirter Seide oder mit schwarzer Wolle umgeben ist und der eine Oeffnung besitzt, die dicht mit zwei oder drei Platten von reinem Spiegelglase bedeckt wird, der Julisonne Englands aussetzt, so steigt die Temperatur in diesem Kasten weit über die des siedenden Wassers. Stellt man in diesen Kasten ein kleines Gefäss mit Wasser, so beginnt dasselbe nach einer gewissen Zeit zu kochen. Die Schwierigkeit, den Dampf abzuleiten, hat (wie ich glaube) verhindert, dass diese Methode, Wärme aufzufangen, wirthschaftlichen Zwecken dienstbar gemacht worden ist. Aehnliche Vorrichtungen hat man früher angefertigt — und es geschieht sogar zum Theil jetzt noch — zu dem Zwecke, aus der im Innern beobachteten Temperatur Schlüsse auf die Intensität der Sonnenstrahlung zu ziehen. Diese Idee ist vollständig irrig. Es werden wirklich oft sehr hohe Temperaturen in einer solchen Vorrichtung beobachtet, doch sind sie nur ein Maassstab für die Ungefährlichkeit einer gänzlich nutzlosen Spielerei.

Die Ursache der Erscheinung ist folgende. Wenn die, durch die Luft hindurchscheinende Sonne auf leicht zu erwärmenden Boden trifft — d. h. auf einen Boden von geringer Wärmecapacität — so theilt dieser der Luft seine Wärme sowohl durch Berührung als durch Strahlung mit. Diese Wärme ist aber dunkel und kann nicht unbehindert durchgehen. Wenn jedoch anderseits der Boden ein solcher ist, der nicht leicht erwärmt wird, der also eine grosse Wärmecapacität besitzt, so hält er fest, was ihm an Wärme zufällt und wandelt diese bei sich selbst zu Kraft um, während die umgebende

Luft nur wenig davon empfängt. Eine solche Beschaffenheit besitzt ein mit Gras oder anderer Vegetation bedeckter Boden, und in einem weit höheren Grade noch besitzen ihn die schneebedeckten Flächen hoher Breiten, oder die Abhänge hoher Berge. Eines der vielen Wunder, über welche die Polarreisenden berichteten, ist die intensive Hitze der Sonne, die in den hohen Breiten auf einem schwarzen Oelanstrich Blasen zieht, oder den Theer in den Fugen des Schiffsdecks zum Sieden und Emporquellen bringt, während sich rings umher der Schnee aufthürmt und die Luft im Schatten eine Temperatur zeigt, die tief unter dem Gefrierpunkte liegt. In den Hochalpen und dem Himalayagebirge hat man ähnliche Erfahrungen gemacht. Professor Tyndall berichtet, dass er die Gluth der Sonne auf dem grossen Plateau des Mont-Blanc fast unerträglich gefunden, während er gleichzeitig bis an die Hüften im Schnee stand. Sir Joseph Hooker sah unter anderen eigenthümlichen Erscheinungen auf dem Himalayagebirge, in einer Höhe von 10000 Fuss, an einem Decembermorgen das Quecksilber in einem, den Sonnenstrahlen ausgesetzten Thermometer mit geschwärzter Kugel, auf 45° C. steigen, während die Temperatur des beschatteten Schnees ganz in der Nähe nur $5^1/_2$° C. betrug. Man sieht wie beträchtlich die Wärme ist, die auf den Schnee fällt. Ein grosser Theil derselben wird aber sofort zurückgestrahlt und der übrig bleibende Rest von dem Schnee absorbirt. Diese letztere Wärme dient wahrscheinlich dazu, einen kleinen Theil des Schnees flüssig zu machen, der aber sehr bald darauf wieder gefriert und die Wärme zerstreut.

Ganz verschieden ist die Wirkung der Sonnenwärme, wenn diese auf sandigen oder steinigen Boden fällt, der sehr leicht erwärmt wird und ebenso leicht seine Wärme

wieder abgiebt. Das Endresultat hiervon ist allgemein bekannt; und die ausserordentliche mittägige Hitze der grossen Wüsten in Asien, Afrika, Amerika oder Australien, verglichen mit den Temperaturverhältnissen mancher anderen Orte, die dem Aequator weit näher liegen, ist nur ein grossartiges und deutliches Beispiel der Wirkung derselben Ursache, welche uns beim Sommerspaziergang einen Feldpfad einer weissen macadamisirten Strasse vorziehen lässt.

Die gelegentlich in der Wüste beobachteten Temperaturen sind ganz ungemein hoch. In Murzuk, einer Oase der Sahara, hat man eine Lufttemperatur von 55° C. und selbst noch einige Grade darüber beobachtet. In Cooper's Creek, einem Orte, der klassisch in der Geschichte Australiens wurde durch den Tod der kühnen Forscher Burke und Wills, platzte ein Thermometer, das auf 54° C. gestiegen war, während es gegen die directen Sonnenstrahlen geschützt im Schatten in einer Baumgabel ruhte. Wie viel höher als 54° C. die Temperatur damals war, blieb unentschieden. Viele ähnliche Beispiele könnten leicht aus den Erfahrungen von Reisenden gesammelt werden. Inzwischen müssen sie dennoch als Ausnahmen betrachtet werden; denn im Vergleich zur gesammten Erdoberfläche beziehen sie sich immerhin nur auf kleinere, eng begrenzte Localitäten.

Vom geographischen Gesichtspunkte aus sind die herrschenden Winde irgend einer Gegend und die Lage der letztern in Bezug auf die Meeresströmungen in ihrer Nachbarschaft bei weitem wichtiger. In der That findet man, dass sowohl Wärme als Kälte sehr häufig einer Gegend zugeführt wird durch einen Wind, der Wärme gewonnen hat, indem er vorher über heissen Boden strich oder der umgekehrt Wärme verlor, indem er über schnee-

bedeckte Regionen wehte. Die Luft ist thatsächlich der Empfänger und Uebermittler aller Wärme, welche die Erde bewohnbar macht. Ohne die Luft und die in derselben enthaltenen Wolken von Wasserdampf würde die Sonnenwärme, nachdem sie die Erde berührt hat, sofort wieder in den Weltraum zurückgestrahlt werden; die Luft ist es, die sie gefangen hält und zur Unterhaltung des irdischen Lebens geeignet macht. Die Luft spielt also im Haushalte der Natur eine fast ebenso wichtige Rolle, als bezüglich unseres Körpers, dessen Blut sie mit Sauerstoff versieht. Ebenso nothwendig als die Luft für uns ist zum Athmen, ebenso nothwendig ist sie auch, oder irgend ein anderes Gas an ihrer Stelle, um uns zu erwärmen.

Aber ungeachtet dieser Wichtigkeit des Luftmeeres, und so gross auch die klimatischen Wirkungen des Windes immerhin sein mögen, einen Verbündeten hat er noch nothwendig, nämlich den Wasserocean. Die Wirkungen der Winde sind hauptsächlich den Meeresströmungen zuzuschreiben; denn wenn auch die Wärme durch den Wind über das Land getragen wird, so ist es doch der Ocean, von dem er sie empfängt. Die Meeresströmungen verbreiten die Wärme der niedrigen in den hohen Breiten; und wiederum wird durch die Strömungen des Meeres polare Kälte den Tropen zugeführt.

Das Vermögen der trockenen Luft, Wärme weiter zu transportiren, ist sehr gering im Vergleiche zu demjenigen, welches ein gleiches Volumen an Wasser besitzt. Man bezeichnet dieses in der Ausdrucksweise der Wissenschaft, indem man sagt, das Wasser hat eine grössere Wärmecapacität als die Luft. Die Wärmemenge, welche die Temperatur von einem Kubikfuss Wasser um 1° erhöht, würde die Temperatur von 3234 Kubikfuss Luft

ebenfalls um 1° erhöhen, oder, was auf dasselbe hinausläuft, die Temperatur von einem Kubikfuss Luft um 3234° steigern. Das Wasser absorbirt die Wärme und führt sie mit sich, wohin immer es strömt; die Luft hingegen vermag nur wenig Wärme aufzunehmen und strahlt sie bei der ersten Gelegenheit in den Raum. Luft kann durch Berührung mit erhitztem Boden zu einer hohen Temperatur gebracht werden, auf eine weit höhere, als das Wasser jemals durch die Einwirkung der Sonne zu erlangen fähig ist. Ich bemerkte schon vorhin, dass die Luft an gewissen Punkten der Erdoberfläche gelegentlich zu einer Temperatur von mehr als 55° C. erhitzt wird. Das Meereswasser erreicht dagegen vielleicht niemals eine Temperatur von mehr als 29½° C. Dennoch enthält das Wasser eine viel grössere Wärmemenge als die Luft und es kann diese in weit grössere Entfernungen tragen. Man erkennt hieraus sofort, weshalb die Meeresströmungen jenen ungeheuren klimatischen Einfluss wirklich ausüben, der ihnen allgemein zugeschrieben wird. Ueber den Golfstrom ist so häufig und so viel gesprochen worden, dass man ihn in diesem Sinne wohl als eine Plage bezeichnet hat. Er ist jedoch eine Plage, ohne die wir sehr schlecht bestehen würden. Wollte man seine klimatische Wirkung im Wärmemaass ausdrücken, so würde man zu wahrhaft erstaunlichen Ziffern gelangen.

Die Wärme, welche durch den Golfstrom dem Nord-Atlantischen Ocean zugeführt wird, ist auf nicht weniger als ein Fünftel der vollen Wärme, die jenes Meer überhaupt an seiner Oberfläche besitzt, geschätzt worden. Nun haben Sir John Herschel sowie andere bedeutende englische und französische Forscher die Temperatur des Raumes auf 115° unter dem Gefrierpunkt veranschlagt; sie ist jedoch, wie ich schon erwähnte, wahrscheinlich

bedeutend niedriger. Wenn wir aber hiermit die thatsächliche Temperatur des Atlantischen Meeres vergleichen, die man auf 13° über dem Gefrierpunkt annehmen kann, so finden wir, dass die Wärme, welche dieser Ocean wirklich besitzt, einer Temperatur von etwa 160° entspricht, deren fünfter Theil 32° ist. Wenn ihm also der fünfte Theil seiner Wärme, mithin die Wärme, die ihm vom Golfstrom zu Theil wird, entzogen würde, so würde das Wasser an der Oberfläche des Atlantischen Meeres eine Durchschnittstemperatur von vollen 19° unter dem Gefrierpunkt des reinen Wassers haben [1]). Eine solche Berechnung mag seltsam erscheinen, wenn sie jedoch irrig ist, so kann sie dies nur insofern sein, als sie die übrig bleibende Wärme zu hoch schätzt. Ich bin durchaus nicht sicher, ob ich nicht richtiger anstatt 19° unter dem Gefrierpunkt, nahezu 55° hätte sagen sollen.

Eine andere Weise, die Wirkung des Golfstromes zu ermessen, führt zu einem nicht weniger überraschenden Resultate. Man schätzt die Wassermenge dieses Stromes, welche stündlich durch die Strasse von Florida in den Nordatlantischen Ocean ausgegossen wird, auf ungefähr fünf Billionen Kubikfuss. Dieses Wasser besitzt dort eine Durchschnittstemperatur von 36° C., und nachdem es einen ungeheuren Kreislauf durch den Atlantischen Ocean gemacht, kehrt es mit einer Durchschnittstemperatur von nicht mehr als 22° in die Tropen zurück. Es giebt also an die Luft des Atlantischen Meeres so viel Wärme ab, als einem Temperaturunterschiede von 14° gleichkommt. Wenn man sich jetzt erinnert, dass unser Normalwärmemaass, nämlich die sogenannte Wärmeeinheit, gleich der

---

[1]) Croll, Climate and Time, p. 35 u. ff.

Wärmemenge ist, die ausreicht, um die Temperatur von einem Pfunde Wasser um 1° zu erhöhen, und dass ein Kubikfuss Wasser ungefähr 64 Pfund wiegt, so kann man sich leicht davon überzeugen, dass die stündlich in die Luft des Nordatlantischen Meeres ausgegossene Wärme, 14 × 64 × 5 000 000 000 000 Wärmeeinheiten beträgt.

Zahlen von dieser Grösse führen freilich nur zu einer vagen Vorstellung. Ich will daher versuchen, auf anderem Wege Ihnen eine Idee der ungeheuren Menge von Wärme zu verschaffen, welche der Golfstrom fortführt. Nach dem von Dr. Joule in Manchester ermittelten Gesetze der Umwandlung der Kraft ist jede Wärmeeinheit im Stande eine Kraft auszuüben, welche der Hebung eines Gewichtes von 1400 Pfund um einen Fuss entspricht. Folglich würde die stündlich dem Wasser des Golfstromes entströmende Wärme, falls sie aufgespeichert und als Kraft verwandt würde, im Stande sein, jede Stunde 1400 × 14 × 64 × 5 000 000 000 000 Pfund zu einer Höhe von einem Fuss zu heben; d. h., sie wäre im Stande, die Arbeit von Dampfmaschinen mit einer gesammten Pferdekraft von 3 000 000 000 000 zu verrichten. Diese Kraft ist ihrerseits gleich derjenigen, welche zur Fortbewegung von 400 000 000 Panzerschiffen unseres grössten Kalibers erforderlich wäre [1]).

Solche Zahlen, wie vage dieselben auch an sich sein mögen, werden vielleicht eben deshalb dazu dienen, Ihnen eine Idee von der ganz ungeheuren Wärmemenge zu geben, welche durch den Golfstrom übermittelt wird. Diese Wärme theilt sich nun der darüber liegenden Luft mit und wird mit dieser von den Südwestwinden in die nordwestlichen Theile Europas, und in sehr grosser

---

[1]) Climate and Time, p. 25.

Menge über die besonders begünstigten britischen Inseln verbreitet. Dieser Umstand erklärt den erstaunlichen Unterschied in dem Klima diesseits und jenseits des Atlantischen Oceans. Die eben ihrem Ursprunge nach gekennzeichnete Wärme erhält uns während des Winters unsere grünen Felder und offenen Häfen, während Labrador, Neufundland und Neu-Braunschweig unter gleicher und selbst niedrigeren Breiten, im Schnee vergraben liegen und der St. Lorenz-Golf von Eis starrt.

So gross sind also die klimatischen Unterschiede, welche durch die Wärme des Golfstromes hervorgerufen werden, und trotzdem kommt noch immer ein beträchtlicher Antheil der von dem Golfstrom ausgehenden Wärme Nordamerika zu Gute und ein anderes, ebenfalls beträchtliches Quantum trifft auf die nördlichen Polarregionen. Wenn auch deren Klima ungemein strenge ist, so würde es dies in einem noch weit höhern Grade sein, wenn der Golfstrom nicht existirte. Ausser diesem giebt es nun auch noch andere Strömungen, sowohl heisse als kalte, die in anderen Meerestheilen in ähnlicher Weise wirken, und deren Einfluss man auf den Karten der Isothermen oder der Isanomalen verfolgen kann. Sie tragen hier den Ueberschuss der Wärme von einem Orte einem andern zu; dort in gleicher Weise die grössere Kälte, und dienen auf solche Art überall dazu, die extremen Temperaturgegensätze zu mildern. Es ist schwer, die Wichtigkeit der Meeresströmungen zu hoch anzuschlagen; und so hat auch Mr. Croll, einer der ernstesten und begabtesten Forscher auf diesem Gebiete der Geographie, seine Argumente und Berechnungen in den treffenden Ausspruch zusammengefasst, „ohne die Meeresströmungen würde der Erdball unbewohnbar sein.“ Eine Hauptaufgabe der beiden grossen Meere — des At-

lantischen und des Stillen Oceans — so folgert er, — ist es, die Wärme von dem Aequator fort in gemässigte und Polar-Regionen zu tragen. Luftströmungen vermöchten dies nicht. Sie könnten immerhin die Wärme vom Aequator fortschaffen, aber niemals würden sie dieselbe in gemässigte und polare Gegenden tragen können; vielmehr würde sich die Wärme in den Sternenraum verlieren. Nur der Ocean vermag sie an ferne Gestade zu tragen. Demnach haben die Luftströmungen eine hochwichtige Aufgabe: ihnen liegt es ob, die durch die Meeresströmungen zugeführte Wärme über das Land in den höheren Breiten zu vertheilen, und so wird von beiden Factoren der Wärmezustand des Erdballs bedingt [1]).

Diese gemeinschaftliche Thätigkeit der grossen Luft- und Wasserströmungen, ihre Beziehungen zu einander, sind, wie mir scheint, selbst von einigen unserer bedeutendsten Gelehrten, nicht genügend gewürdigt worden. Sir John Herschel selbst sagt [2]): „Der von der Sonne erwärmte Boden strahlt die empfangene Wärme in die Atmosphäre zurück und infolge ihrer Beweglichkeit ist die letztere im Stande, die so erhaltene Wärme über die ganze Erde zu verbreiten. Wasser ist weit weniger wirksam in dieser Hinsicht, weil die Wärme seine Tiefen durchdringt und dort absorbirt wird, so dass die Oberfläche niemals eine sehr hohe Temperatur annimmt, selbst nicht unter dem Aequator.“ Indem er so schrieb, übersah er für den Augenblick vollständig das beträchtliche Vermögen des Wassers Wärme zu transportiren, ein Vermögen, das sehr gering bei der Luft ist. Wenn ein Mann wie Sir John Herschel solchen Irrthum

[1]) Climate and Time, p. 51.
[2]) Outlines of Astronomy. p. 370.

begehen konnte, ist es nicht zu verwundern, dass andere ihn wiederholt haben und von dem Winde, als dem hauptsächlichsten oder einzigen Agenz, welches Wärme von einem Orte zu dem andern zu befördern vermöge, gesprochen haben.

Ein sehr beliebtes Beispiel in dieser Beziehung bildet der Hinweis auf das Zurückweichen der Alpengletscher, die früher von weit bedeutenderem Umfange waren, wie durch die Lage der alten End-Moränen erwiesen ist. Immer und immer wieder hat man behauptet, die ehemalige grosse Ausdehnung der Gletscher wäre dem Umstande zuzuschreiben, dass die heutige Wüste Sahara früher das Bett eines Meeres gewesen sei. Die nach Norden gehende Luft konnte damals nicht, so sagte man, die Wärme mit sich führen, die jetzt aus der Sandwüste herübergebracht wird. Der heisse Wind, welcher aus der Sahara kommt und allen Orientreisenden unter dem Namen Scirocco bekannt ist, hat manche besonderen und nicht gerade angenehmen Eigenschaften; allein als empfehlenden Gegensatz hat man von ihm behauptet, dass er das Klima der Schweiz mildere und die Gletscher veranlasst habe, auf ihren jetzigen, verhältnissmässig geringen Umfang zusammenzuschmelzen.

Diesen Ausspruch zu Gunsten des Scirocco darf man jedoch nicht zugeben. Welche empfehlenswerthen Eigenschaften er immer besitzen mag — ich wüsste zwar keine — diese hat er sicher nicht. Wenn er die Ufer von Genua oder das Gestade der Provence berührt, ist er durchaus kein besonders warmer Wind mehr, und hat nicht die geringste Verwandtschaft mit jenem eigenthümlich heissen Winde der Schweiz, der mit dem Namen Föhn bezeichnet wird. Dieser letztere ist vielmehr bei der sorgfältigen Untersuchung mehrerer schweizer Meteorologen

und besonders durch die Arbeiten von Dr. Wild [1]), gegenwärtig Director des meteorologischen Observatoriums in St. Petersburg, als eine Fortsetzung der westlichen oder südwestlichen Winde des Atlantischen Oceans erkannt worden, welche die Wärme und Feuchtigkeit des Golfstromes dem Binnenlande zutragen. Indessen verdient die Art und Weise, auf welche diese in die sehr charakteristische trockene Wärme des Föhn verwandelt werden, eine specielle Betrachtung.

Der Föhn, als solcher, ist nur in den nordöstlichen Thälern der Schweiz [2]) bekannt und zeichnet sich dort durch seine grosse Wärme und mehr noch durch die ihm eigenthümliche Trockenheit aus, vor welcher der Schnee verschwindet, sowohl durch rasches Schmelzen als durch jene schnelle Verdunstung, die ihm den bezeichnenden Namen „Schneefresser“ eingetragen hat. Doch während der eigentliche Föhn in den nordöstlichen Thälern weht, um dort im Winter den Schnee zu vertilgen, oder im Sommer und Herbst das Heu zu trocknen und die Trauben zu reifen, weht über dem Südwesten der Schweiz ein warmer, feuchter Wind, der seine Feuchtigkeit in heftigen Niederschlägen absetzt und das Land mit Regen und geschmolzenem Schnee überfluthet. Der Zusammenhang dieser beiden Winde ist erst in den letzten Jahren genau aufgedeckt worden. Wenn Luft zu einer grossen Höhe emporgetrieben oder gehoben wird, wie dies geschieht, sobald sie einen Bergabhang hinaufgepresst wird, verursacht die Ausdehnung ihres Volumens eine entsprechende Erniedrigung ihrer Temperatur. Die

---

1) Ueber Föhn und Eiszeit. Bern 1868.

2) Die von Dr. Wild bezeichneten Föhn-Stationen sind: Glarus, Auen, Altdorf, Engelberg, Schwyz, Chur und Klosters.

Grösse dieser Temperaturerniedrigung kann ohne Schwierigkeit aus der Höhe des betreffenden Berges und der Verminderung des barometrischen Druckes berechnet werden. Wenn nun die Luft feucht ist, so wird bei der Erkaltung, welche sie auf solche Weise erleidet, ein gewisser Theil des in ihr enthaltenen Wasserdampfes condensirt und verursacht starke Regengüsse an den windwärts gelegenen Abhängen. Nun geben Wasserdämpfe, sobald sie in tropfbares Wasser verwandelt werden, eine grosse Menge Wärme ab, nämlich die Wärme, welche sie früher absorbirten, die ihnen moleculare Kraft verlieh und welche allgemein unter dem Namen latente Wärme bekannt ist. Diese Wärme ist es, die bei ihrem Freiwerden die Temperatur der umgebenden Luft erhöht. In Folge dessen kann die Luftwärme auf den Bergesgipfeln viele Grade höher sein und ist auch thatsächlich höher, wie sie nach den Berechnungen, die sich auf die Abnahme des barometrischen Druckes gründen, sein sollte. Wenn nun diese Luft, die in der Höhe ihre Feuchtigkeit eingebüsst hat und deren Temperatur durch die Condensationswärme erhöht ist, gezwungen wird, wieder in das Thal hinunter zu fliessen, so wird in Folge des zunehmenden Druckes beim Niedersteigen, ihre Temperatur um einen Betrag erhöht, der wie vorhin, von der Höhe abhängt, aus welcher sie niedergestiegen ist und von dem Steigen des Barometers. Auf diese Weise gelangt die Luft mit derjenigen Temperatur in das Thal, die der Tiefe zukommt, die sie erreicht hat, und die aber ausserdem vermehrt wird durch die Wärme, welche ihr in Folge der Condensirung der Wasserdämpfe auf den Bergesgipfeln zugeführt wurde. Die Luft ist somit nicht nur sehr warm, sondern verhältnissmässig auch sehr trocken. In der That steigt beim Herabsteigen des Föhn die Temperatur

zuweilen auf mehr als 27° C. und die Feuchtigkeit sinkt auf ungefähr ein Viertel von der, welche die Luft überhaupt zu fassen vermöchte.

Der schweizer Föhn, wie ich ihn soeben beschrieben habe, ist sehr Vielen aus persönlicher Erfahrung bekannt. Ein demselben an eigenthümlicher Wärme und Trockenheit ähnlicher Wind wird ausserdem auf der Leeseite vieler Bergketten beobachtet. Ein solcher Wind aus Nordwesten, ist in den östlichen Ansiedlungen Neu-Seelands wohlbekannt. Professor Mohn erwähnt, dass ein ähnlicher Wind auch häufig in Norwegen vorkomme; ferner ist derselbe nicht ungewöhnlich in den dänischen Stationen Grönlands. Dreimal im Februar 1860 stieg die Temperatur in Jacobshavn um mehr als 25° C., bei südöstlichem Winde; an Bord des „Fox" wurde während seiner berühmten Fahrt durch die Baffin's Bay, im Winter 1857, am 22. November ein Steigen der Temperatur um 22° C. beobachtet. Selbst in der hohen nördlichen Breite, in welcher das Winterquartier des „Alert" sich befand, trat zuweilen ein derartiger warmer südwestlicher Wind auf. Einmal sogar, am 3. December 1875, stieg dort die Temperatur innerhalb weniger Stunden um 23°, nämlich von 22° unter dem Gefrierpunkt zu 1° C. über demselben, eine höhere Temperatur, als das Wasser in einem Umkreis von 600 Meilen von dem Orte des Schiffes aufweisen konnte. An dem Masttop, fern von dem erkaltenden Einfluss des Schnees, wurde sogar die Temperatur noch um etwa 2° höher befunden. Man nahm dies an Bord des Schiffes zuerst für einen einfachen warmen Windstoss aus Süden; dass dem jedoch nicht so sei, stellte sich später durch eine Vergleichung mit den Beobachtungen an Bord der „Discovery" heraus, 46 Meilen südlicher, wo der Wind andauernd aus Nordwesten blies und

die Temperatur während des Tages niemals höher stieg als 16° C. unter Null[1]).

In Nordamerika wiederum steigt der milde Wind, welcher vom Stillen Ocean herbläst, heiss und trocken an den östlichen Seite der Rocky Mountains nieder. Dies verleiht einem Theil des fernen Westens einen eigenthümlichen Charakter, der nicht, wie man glauben möchte, rein klimatischem Einfluss zuzuschreiben ist, sondern lediglich den grossen Bränden, welche die Dürre möglich macht. Der Wind, der oft mehrere Tage hinter einander bläst, saugt begierig alle Feuchtigkeit auf, mag sie sich befinden wo sie will. Das Föhrenholz, welches zum Baue der Häuser, Scheunen, Einfriedigungen etc. dient, wird dann ausserordentlich entzündbar; das Unkraut und das Gras der Prairien wird zu Zunder; und ein Blitzstrahl, oder der Funke eines Lagerfeuers, einer Pfeife, einer Flinte, einer vorüberbrausenden Locomotive genügt, einen Brand zu entzünden, der sich über einen ganzen District ausdehnen kann. Auf diese Weise entstehen jene gewaltigen Brände, die in den unermesslichen Prairien des Mississippi seit deren erster Erforschung bekannt sind und die wiederum selbst die eigentliche Ursache der Prairien sind — eine hervortretende Eigenthümlichkeit Nordamerikas. Man hat die Ursache dieser Brände gewöhnlich irgend einer besondern Beschaffenheit der Prairien zugeschrieben; doch kann wohl kein Zweifel darüber bestehen, dass, falls die Prairien vor Feuersbrünsten bewahrt blieben, Bäume dort ebenso gut ge-

---

[1]) Russell, „Climate of New South Wales", p. 17. Wild, „Ueber Eiszeit" u. s. w. S. 56; „Nature", Bd. XVI, S. 294. M'Clintock, Voyage of the „Fox", p. 70. Nares, „Polar Sea", Vol. I, p. 203 bis 207 und Moss, „Shores of the Polar Sea", p. 49.

deihen würden als anderwärts. In der That findet man, dass gegen die nördliche Grenze der Prairieregionen hin, wo die Grenzlinie der charakteristischen Trockenheit von Jahr zu Jahr vor- und rückwärts schwankt, ein beständiger Kampf zwischen Wald und Prairie besteht, dem jene wunderlieblichen, parkähnlichen Landschaften ihren Ursprung verdanken, die unter dem Namen „Eichenlichtungen" berühmt sind [1]).

Heisse Winde der eben besprochenen Art, sind natürlich von einer ganz andern Beschaffenheit als diejenigen, welche ihre Wärme direct von dem glühenden Wüstenboden empfangen, wie der Scirocco oder der heisse Wind von Sydney oder Melbourne, oder jene, die in Arabien, Persien, Balutchistan, dem Punjab und an der Westküste von Afrika herrschen. Die Ursache dieser Winde ist vielleicht in dem durch Wärme verursachten Emporsteigen von Luft in einem Zustande ausserordentlicher Tension zu suchen [2]). Etwas Analoges ist vortrefflich von einem begabten Naturforscher, Herrn Thomas Belt, beschrieben worden, dessen früher Tod ein Verlust für fast jeden Zweig der physikalischen Wissenschaft ist [3]). Obgleich seine Beobachtungen sich eigentlich auf Luft beziehen, die sich durch einen Riss in der über ihr liegenden Schicht gewaltsam ausdehnt, finde ich keinen Grund, warum sie nicht — unter günstigen Verhältnissen — sich auch seitwärts in ähnlicher Weise ausdehnen sollte.

---

[1]) Prof. Lapham, im „Annual Report of the Chief Signal Officer to the Secretary of war", für das Jahr 1872, S. 186 bis 187. Washington 1873.

[2]) Ueber diese Viscosität verweise ich auf einen Artikel von Mr. Holman im Phil. Mag., Februar 1877.

[3]) Der Naturforscher in Nicaragua, S. 299 u. ff.

In ihrer Allgemeinwirkung treten kalte Winde oft noch schärfer hervor als warme. Selbst in Sydney ist, so unangenehm auch der heisse Wind sich fühlbar macht, doch der kalte südliche Einbrecher (burster) der ihm folgt, fast ebenso schlimm. Der kalte Wind, der häufig während des Winters über den Continent von Nordamerika in der Richtung von Nord nach Süd hinwegbraust, ist verderbenbringender als irgend ein heisser Wind, verderbenbringender selbst als der gefürchtete Samiel oder Samum der Wüste. Der Schneesturm, den ein solcher Wind im Januar des Jahres 1873 über Minnesota brachte — ein Schneesturm, bei dem ungefähr 300 Personen ihr Leben einbüssten [1]) — ist vielleicht einer der merkwürdigsten dieser Art; aber fast in jedem Jahre brausen ähnliche Winde über Texas und die südlichen Staaten hinweg. Unter dem Einflusse dieser Stürme beobachtet man ein Sinken der Temperatur von 21 oder 27° C. bis auf den Gefrierpunkt, in dem Zeitraum von fast nur wenigen Minuten. Grosse Mengen von Vieh werden dadurch zu Grunde gerichtet und hin und wieder ist dieser rasche Temperaturfall auch den Menschen gefährlich, ja selbst tödtlich. Auf der Insel Cuba, oder an der Küste von Venezuela empfindet man dagegen diese Winde, nachdem sie bei ihrem Wehen über den mexikanischen Meerbusen erwärmt worden sind, nur als angenehme Kühle. In Südamerika macht sich ein ähnlicher kalter Wind, der vom Meere am Cap Horn oder von den schneebedeckten Pässen der Anden kommt, oft bis nach Paraguay hin fühlbar. Ja bisweilen dringt derselbe soweit nördlich vor, dass er bis in das Thal des Amazonenstromes gelangt. Dort beobachtet man fast in

---

[1]) Siehe die „Times“ vom 8. Febr. 1873.

jedem Jahre, in den Monaten Mai, Juni oder Juli, eine empfindliche Abkühlung, die zuweilen drei bis vier Wochen andauert und nicht nur die fast gänzlich unbekleideten Indianer oder die Thiere des Waldes, sondern selbst die Fische im Flusse tödtet[1]).

Dies sind einige der bemerkenswerthern Beispiele solcher kalten Winde. Andere könnten leicht hinzugefügt werden; und unter diesen, das regelmässige, jeden April oder Mai wiederkehrende kalte Wetter in England, das uns von Jahr zu Jahr, wie wir älter werden, mehr darüber erstaunen lässt, was unsere Vorväter eigentlich mit dem schönen Monat Mai gemeint haben, dessen Freuden sie besangen.

Ausser diesen Hauptursachen bemerkenswerther geographischer oder lokaler Temperaturunterschiede, giebt es noch eine andere, welche eigentlich mehr die Temperaturregelmässigkeit von Stunde zu Stunde, vom Tage zur Nacht, vom Sommer zum Winter berührt. Dies ist die Feuchtigkeit der Luft. Es ist sowohl durch Experimente wie durch allgemeine Beobachtungen erwiesen, dass die Wärme der Erdoberfläche mit weit grösserer Leichtigkeit durch trockene Luft ausstrahlt wie durch feuchte. Wenn die Luft feucht ist, wird die Wärme, welche von der Sonne aus durch sie hindurchging und die Erdoberfläche erreicht, fast vollständig eingeschlossen und kann nicht entweichen. Sobald dann später auch noch Wolken den Himmel verdecken, wird die Wirkung noch verstärkt. Wenn hingegen keine Wolken vorhanden sind, der Himmel klar und die Luft trocken ist, geht die Ausstrahlung der Erdoberfläche unbehindert vor sich, die

[1]) Wallace, Amazon and Rio Negro, p. 431. Bates, Naturalist on the Amazons, Bd. II, p. 224. Chandless, „Journal of the Royal Geographical Society“, Bd. XXXVI, p. 94.

Wärme verliert sich im Raume und der Boden sowie die unmittelbar darüber lagernde Luft wird zuweilen empfindlich kalt, sobald die Sonne unter dem Horizonte versinkt.

Man beobachtet diesen Wechsel von heissen Tagen zu kalten Nächten häufig in England und den benachbarten Ländern. Im Mai wird er oft den jungen Pflanzen und Blüthen sowie den Knospen der Obstbäume verderblich. Einige solcher Frostnächte bringen bisweilen den Weinbauern des südlichen Frankreichs grossen Verlust, ja den vollständigen Ruin. Um ihre Rebenpflanzungen zu schützen, versuchen die Landleute — und man hat mir gesagt, dass dies mit gutem Erfolg geschieht — die ungewöhnliche Kälte zu mildern, indem sie Feuer von feuchter Streu an der Wetterseite der Weinberge anzünden, damit sich der Rauch wie eine Wolke über die Weinstöcke lagere. Die englischen Gärtner suchen einen ähnlichen Schutz für ihre Pflanzen, indem sie ein Netz darüber breiten, welches durch kurze Stäbe von dem Boden fern gehalten wird; und — es möchte fast lächerlich erscheinen — dies genügt vollkommen, die Strahlung zurückzuhalten.

Der besprochene rasche Wechsel zwischen Wärme und Kälte tritt noch prägnanter in den grossen Wüsten Afrikas oder Asiens hervor, wo die Luft so trocken ist, dass die Strahlung ausserordentlich schnell vor sich geht und die Temperaturunterschiede ganz enorm sind. Dies charakterisirt überhaupt das continentale Klima im Gegensatze zum oceanischen. Dort findet sich nur wenig Wasserdampf in der Luft, folglich auch nur geringer Regen, keine freigewordene Condensationswärme und unbehinderte Wärmeausstrahlung.

So finden wir, dass Osteuropa und ein Theil Asiens,

deren Sommer sehr heiss sind, im Winter von einer fast arktischen Kälte heimgesucht werden. Die Ebenen der Lombardei, in denen im Sommer Reis zur Reife gelangt, haben im Winter eine Temperatur, so niedrig, wie die Gegenden im nördlichen Schottland. Mancher erinnert sich noch der Erfahrungen, welche die englische Armee bezüglich der Wechsel von Hitze und Kälte in der Krim gemacht hat. In Bulgarien und Kleinasien finden wir dieselben Extreme. Von der intensiven Winterkälte Khivas, das unter gleicher Breite mit Neapel und Lissabon liegt, ist Jeder durch die Geschichte von Hauptmann Burnaby's berühmtem „Ritt" unterrichtet. Und solche Kälte tritt in einem Lande auf, das im Sommer wegen glühender Hitze fast unpassirbar ist! Wir alle haben von den Leiden der russischen Truppen während des Sommerfeldzuges von 1873 gehört, und wie dieselben, fast nur durch einen Zufall, vor gänzlicher Vernichtung bewahrt wurden. Bei einer frühern Veranlassung, in den Jahren 1839 bis 1840, hatten sie in dem nämlichen Lande einen Winterfeldzug versucht, wurden jedoch durch die ungeheure Kälte mit grossem Verlust zurückgetrieben. Zu verschiedenen Malen sank das Thermometer unter den Gefrierpunkt des Quecksilbers, einmal sogar auf 44° unter Null. Die sibirische Kälte ist sprichwörtlich, obgleich Irkutsk in derselben Breite gelegen ist wie Cambridge und Northampton und Jakutsk nur wenig nördlicher als die Shetland-Inseln.

Es ist somit einleuchtend, dass die blosse Kenntniss der Durchschnittstemperatur eines Ortes nur eine schwache oder gar keine richtige Vorstellung von seinem Klima oder von den Lebensformen — animalischen oder vegetabilischen — giebt, für die es geeignet ist. Das Mittel der Jahrestemperatur ist ungefähr dasselbe auf den He-

briden wie an dem nördlichen Gestade des kaspischen Meeres, oder am Aralsee. Dennoch giebt es vielleicht keine Orte, zwischen denen überhaupt ein Vergleich gemacht werden kann, die ein so verschiedenes Klima haben. Auf die durchdringende Kälte der östlichen Winter folgt sofort ein Sommer von grosser Pracht und Wärme; es giebt weder Frühling noch Herbst, oder man müsste einige wenige veränderliche Tage dafür halten. Das Korn wird gesäet, geht auf, trägt Aehren und reift in wenigen Wochen; und auserlesene Trauben, Aprikosen, Pfirsiche oder Maulbeeren wachsen, bei nur sehr oberflächlicher Pflege, im Ueberfluss; während auf den Hebriden, wo der Schnee selten 24 Stunden lang liegen bleibt und dickes Eis fast unbekannt erscheint, der Sommer wenig besser als der Winter ist, Korn nur in ausnahmsweise guten Jahren reif wird und Obst irgend welcher Art zu den Unmöglichkeiten zählt.

Das Klima der an die Magelhaensstrasse grenzenden oder der benachbarten Länder ist, nach den übereinstimmenden Aussagen aller, die es aus persönlicher Erfahrung kennen, das unfreundlichste auf dem ganzen Erdball. „Es ist so unangenehm," äussert sich Admiral Fitzroy, „dass das Land fast unbewohnbar ist. Wolken, Wind und Regen sind eine stehende Plage. Es giebt wohl kaum zehn Tage im Jahre, an denen kein Regen fällt und keine dreissig, an denen der Wind nicht heftig bläst; dennoch ist die Luft mild und die Temperatur das ganze Jahr hindurch überraschend gleichmässig." Sie ist thatsächlich gleichmässig niedrig: selten sinkt sie unter den Gefrierpunkt, doch auch selten steigt sie viel über denselben. Strenge Kälte ist unbekannt; und selbst wenn das Thermometer auf dem Gefrierpunkt steht, mildert eine dichte Umhüllung von Wasserdunst die Strenge des

Klimas. Auf diese Art existirt, unter augenscheinlich so anomalen Zuständen, das vegetabilische und animalische Leben von Tierra del Fuego und dem Festland des westlichen Patagoniens. Dichte Wälder erstrecken sich an den Bergabhängen bis hinauf zur Schneelinie; Farne, die, wenn nicht mit den tropischen Gattungen identisch, doch diesen sehr nahe verwandt sind, wuchern üppig; grosse, holzstämmige Fuchsien oder Ehrenpreisbäume sieht man in voller Blüthe, in geringer Entfernung von der Schneedecke; ganze Heerden von Papageien nähren sich von dem Samen der Winterborke, einem immergrünen Strauch, den sie vielleicht irrthümlich mit seinem brasilianischen Verwandten verwechseln; und zwitschernde Vögel fliegen, ohne des Regens und Schnees zu achten, fröhlich umher und nippen den Honig aus den Fuchsien, und dies in einem südlichen Breitengrade von 53° oder 53½° [1]). Weiter nördlich sind die Kontraste fast noch sichtlicher; und auf der Insel Chiloe, in einer Breite von 42°, wo die Bewohner häufig gezwungen sind, ihr Korn vor dem Reifsein zu schneiden und es in die Häuser zu tragen, um es dort nachreifen zu lassen, wird der Reisende, wenn er die Wälder durchstreift, fast wähnen, in Brasilien zu sein. Stattliche Bäume mancher Art mit glatter, stark gefärbter Rinde, sind mit parasitischen Pflanzen überdeckt; grosse, anmuthige Farrenstauden sind zahlreich, und baumartige Gräser verflechten die Bäume zu einer unentwirrbaren Masse, bis zu einer Höhe von 30 bis 40 Fuss über dem Boden [2])“. In Tasmania, auf Neu-Seeland, bieten sich ähnliche Anomalien dar: Far-

---

1) King, „Journal of the Royal Geographical Society“, Vol. I, p. 168.

2) Darwin, „Journal of a Naturalist,“ p. 271.

renstauden, die in der nördlichen Hemisphäre nicht über die Tropen hinaus vorgefunden werden, wachsen dort in einer südlichen Breite von 45°; und andere scheinen ein verbindendes Glied zwischen den sehr verschiedenen Klimaten von Java und Van Diemens-Land zu bilden.

Solche klimatische Anomalien lassen sich, in etwas wenigstens, durch die bemerkenswerthe Fähigkeit lebender Wesen, sich den äusseren Verhältnissen anzupassen, erklären; die wichtigere Lehre, welche sie uns geben, scheint aber doch die zu sein, dass die Vertheilung animalischen und vegetabilischen Lebens in manchen Fällen nicht so sehr von der mittleren Temperatur als von den Extremen abhängt; und dass, während scharf hervortretende Extreme mit grossem Spielraume und hoher Sommertemperatur, einigen Arten organischer Wesen günstig sind, anderen dagegen, die von zarterer Beschaffenheit und weniger geeignet sind, Kälte zu ertragen, ein kleinerer Spielraum und Extreme von geringerem Umfange dienlicher sind. Traubenstöcke würden ebenso wenig in Fuegia Früchte tragen wie Singvögel an den Ufern der Wolga zwitschern würden, obgleich das Mittel der Temperatur in Port Famine und Astrachan ungefähr das gleiche ist.

Es ist mithin beim Studium klimatischer Verhältnisse erforderlich, nicht nur die höchste und die niedrigste, sondern auch die mittlere Temperatur zu berücksichtigen und sorgfältige Beobachtungen hierüber sind deshalb in erster Linie wünschenswerth. Unsere eigenen unmittelbaren Empfindungen sagen uns in dieser Beziehung wenig oder nichts. Es giebt Menschen, die so glücklich constituirt sind, dass ihnen ein kalter Wintertag mild und angenehm erscheint; andere wieder, die an einem glühenden Julitage über Kälte klagen. So gut wie die Luft-

temperatur, wirken aber auch andere klimatische Factoren auf unser Empfinden: die Einwirkungen der Feuchtigkeit, der Trockenheit, der Windstille oder des Windes sind häufig nicht von denen der Temperaturveränderungen zu unterscheiden; oder sind vielmehr, so weit wir persönlich dabei betheiligt erscheinen, genau dasselbe. Jedem ist bekannt, dass man den Wein kühlen kann, indem man die Flasche in feuchten Flanell wickelt und der Zugluft aussetzt. Je heisser der Tag, um so kühler wird oft der Wein. Was würde aber wohl die Wirkung sein, wenn man einen Mann oder einen Knaben in dieser Weise behandelte? Diese Manipulation würde ihn wahrscheinlich tödten. Ich erinnere mich lebhaft eines Abends in Hong-Kong, wo Jeder nach Luft haschte und erklärte, dass es heisser sei, wie es je zuvor gewesen. Um diesen Ausspruch zu bekräftigen, begab sich Jemand zum Thermometer; es zeigte $29^{1}/_{2}{}^{0}$ C. Ich habe oft bei einem um 8 oder 10^{0} höheren Thermometerstande die Hitze weniger drückend gefunden. Aehnlich zeigen die Erfahrungen vieler Nordpolreisenden, dass arktische Kälte häufig ganz angenehm sein kann. Einer Schilderung neuesten Datums von Dr. Moss in seinem jüngst erschienenen prächtigen Skizzenbuche entnehme ich folgendes:

„Im behaglichen Winterquartier und mit hinreichend trockener Kleidung versehen, fanden wir die extremste Winterkälte mehr neu und interessant als schmerzhaft oder gefährlich. Ein eiskaltes Bad an einem englischen Wintermorgen, fühlt sich für die Haut kälter an als die ruhige Nordpolluft. Die Kälte allein unterbrach niemals die täglichen Spaziergänge. Wir konnten mehrere Stunden, bei einer Temperatur von 40^{0} C. unter dem Gefrierpunkt, über die schneebedeckten Hügel marschiren, ohne eine einzige Frostbeule davonzutragen und

ohne dass unsere Körpertemperatur wahrnehmbar sank. Man kann sogar in Schweiss gerathen, wenn man stark genug arbeitet. Unsere Erfahrungen führten uns zu der Annahme, dass ein Mensch, wenn er gründlich darauf vorbereitet ist, ohne Gefahr einer weit tieferen Temperatur die Stirn bieten dürfe. Wiederholt haben wir, wenn wir auf dem Hauptdeck um den Ofen sassen und die Ereignisse des Tages und den Stand des Wetters besprachen, die Vorzüge der Nordpolkälte und der tropischen Hitze gegen einander abgewogen. Mehrere von unserer Bemannung, sowohl Officiere wie Mannschaften, waren erst vor kurzem aus dem Aschanti-Feldzug zurückgekehrt und ihr Urtheil hatte also Gewicht. So viel ging aus unserer Unterhaltung mit Sicherheit hervor: man konnte wohl am Nordpol zuweilen warm werden, aber niemals kühl an der Gold-Küste“ [1]).

Erfahrungen wie diejenigen, welche ich eben mittheilte, dienen einfach zur Erläuterung meines früheren Ausspruches, dass nämlich, um einen genauen Vergleich zwischen Temperaturen anzustellen, sei es nun am gleichen Orte zu verschiedenen Zeiten, oder an verschiedenen Orten und unter mannigfach verschiedenen Verhältnissen, exacte Messungen und Beobachtungen nothwendig sind. Ohne diese sind alle Berichte über klimatische Verhältnisse anhaltlos und unsicher.

Nun darf ich wohl als allgemein bekannt annehmen, dass die Temperatur vermittelst eines Instrumentes beobachtet und gemessen wird, welches Thermometer heisst, und ferner, dass Jeder ebenfalls, wenigstens im Allgemeinen, weiss, wie ein Thermometer beschaffen ist. Doch giebt es sehr grosse Unterschiede und von dem schlich-

---

[1]) Shores of the Polar Sea, p. 47.

ten Instrumente des alltäglichen Lebens, wie es im Badezimmer oder im Gewächshause benutzt wird, bis zu dem empfindlichen Apparate, welcher zu genauen Beobachtungen verwandt wird, ist es sehr weit. Der Unterschied kann vielleicht annähernd, wenn auch sehr unzulänglich, nach dem Unterschied im Preise bemessen werden: ein gewöhnliches Badezimmerthermometer kann man für eine Mark oder höchstens zwei Mark kaufen; ein gutes Normalthermometer hingegen kostet allein trotz aller Einfachheit, lediglich wegen der grossen Sorgfalt und Geschicklichkeit die aufgewandt werden muss, um die Genauigkeit seiner Angaben zu sichern, vierzig bis sechszig Mark.

Gesetzt nun, man besitze ein gutes Thermometer, so entsteht jetzt die wichtige Frage, auf welche Weise es zu benutzen ist. Wie oder wann muss es abgelesen, wo muss es angebracht werden? Jeder weiss natürlich, dass zu den verschiedenen Tageszeiten der Stand des Thermometers ein sehr verschiedener ist, und dass seine Angabe jederzeit in hohem Grade durch den Ort beeinflusst wird, wo es angebracht ist. Obgleich alles dies im Allgemeinen sehr bekannt ist, so handelt doch nicht Jeder danach; ich habe Thermometer, die vermuthlich ihrem Besitzer eine Idee von dem Stande der Temperatur geben sollten, an sehr sonderbaren Orten angebracht gesehen. So findet man, dass das Kamingesims des Salons, mit oder ohne Feuer darunter, keineswegs ein ungewöhnlicher Platz für ein Thermometer ist. Ich erinnere mich in diesem Augenblicke, ein Thermometer gesehen zu haben, das ausserhalb eines Esszimmerfensters, welches nach Südost gelegen, befestigt war, und so die directe Sonnenhitze während mehrerer Stunden des Vormittags und die von den nahen Ziegelsteinen absorbirte Wärme während

des Restes des Tages empfing. Sehen wir aber auch von solchen extremen Beispielen ab, so sind viele Leute nur zu leicht geneigt, die nöthige Sorgfalt bei der Anbringung eines Thermometers aus dem Auge zu lassen.

Man ist jetzt endgültig dahin übereingekommen, dass die wirkliche Temperatur der Atmosphäre diejenige Wärme ist, welche sie im Schatten besitzt. Die Wärme der Sonnenstrahlen ist etwas davon ganz Verschiedenes. Soll jedoch die Aufhängung den Anforderungen der Wissenschaft entsprechen, so muss sie das Thermometer gegen alle störenden Einflüsse schützen; nicht allein gegen die Sonnenstrahlen, sondern auch gegen die Strahlungen von Körpern, welche durch die Sonne erwärmt worden sind. Ferner gegen die Strahlungen nach kälteren Körpern oder nach dem Raume hin, vor Regen und der nachfolgenden Abkühlung durch Verdunstung. Die Temperatur, welche wir mittelst des Thermometers verzeichnen wollen, ist die der Luft; und soweit dies thunlich, sollte die ganze Umgebung des Thermometers die nämliche Temperatur haben.

Freilich stehen viele praktische Schwierigkeiten der Erreichung jenes idealen Zustandes im Wege, und man hat zahlreiche Methoden angegeben, diese Schwierigkeiten zu überwältigen, doch keine mit vollständigem oder mindestens unbezweifeltem Erfolge. Unter den verschiedenartigen Aufstellungen für Thermometer erfüllen manche ohne Zweifel ihren Zweck ziemlich gut; doch lassen sich theoretische Einwände gegen alle erheben. So behauptet man, dass gewisse Aufstellungen, die dem Thermometer einen wirksamen Schutz vor der Sonne gewähren, mehr oder weniger der Strahlung nach oder von fernen Körpern — Häusern, Mauern oder selbst des Himmels — ausgesetzt sind. Diejenigen, welche vor dieser Art Beein-

flussung geschützt sind, hält man wiederum für zu abgeschlossen und glaubt, dass sie den freien Zutritt der Luft behindern.

Die Thermometeraufstellung, welche im königlichen Observatorium zu Greenwich im Gebrauch ist, besteht in einer Abänderung des bekannten Glaisher'schen Ständers. Sie lässt sich kurz beschreiben als ein hölzernes Wetterdach, das an einem vertikalen Pfosten befestigt ist und gedreht werden kann, so dass die offene Seite stets von der Sonne abgewandt bleibt. Das doppelte Holzdach sowohl wie der senkrechte Bretterverschlag, schützen das Thermometer allerdings gegen die directen Sonnenstrahlen und bis zu einem gewissen Grade auch vor dem Himmel. Indessen scheint die letztgenannte Schutzvorrichtung unzulänglich, indem gelegentlich Regen hindurchdringen kann, und ebenso die Strahlung gegen die umgebenden Gegenstände unbehindert ist. Diese Uebelstände scheinen jedoch geringfügig; und die eben besprochene oder eine demselben ähnliche Art der Aufstellung wird gegenwärtig meistens angewendet.

Ich glaube jedoch nicht fehl zu gehen, wenn ich sage, dass die Ansicht, sowohl der englischen wie der schottischen Meteorologen dahin geht, dass offene Ständer nicht als die geeignetsten betrachtet werden können, dass vielmehr, trotz ihrer eingeräumten Unvollkommenheiten, geschlossene Ständer mit durchlöcherten Seitenwänden vorzuziehen sind. Die Thermometeraufstellung, welche gegenwärtig auf allen Beobachtungsstationen unserer Gesellschaft, sowie auf denjenigen der schottischen meteorologischen Gesellschaft angewandt wird, ist die bekannte Stevenson'sche und besteht aus einem Kasten mit doppelten Seitenwänden, ähnlich einem kleinen Fliegen-

schranke. Ein Einwand, den man gegen dieses Gehäuse erheben könnte, ist der, dass es zu klein ist. Ich glaube in der That, dass es, wenn es nach allen Richtungen hin die doppelte Grösse hätte, seinen Zweck weit besser erfüllen dürfte. Indessen hat man sich nun einmal für die bei uns zu Lande fast allgemein gebräuchliche Grösse entschieden und ein so aufgestelltes Thermometer gewährt den grossen Vortheil, dass es eine genaue Vergleichung der Beobachtungen unter einander zulässt. Die Aufstellung mag nicht die beste sein, die ersonnen werden könnte, doch erscheint vollständige Uebereinstimmung der an den verschiedenen Stationen verwandten Aufstellungen besser, als utopische Unübertrefflichkeit.

Eine eigenthümliche und interessante Art, die Schwierigkeiten zu überwinden, welche anerkanntermaassen die Frage der Thermometeraufstellung in sich schliesst, ist wiederholt versucht worden, und zwar mit Erfolgen, die wohl geeignet sind, Vertrauen zu erwecken. Ein Thermometer wird an dem Ende einer zwei oder drei Fuss langen Schnur befestigt und dann rasch im Kreise herumgeschwungen. Die Franzosen, von denen die Idee hierzu ursprünglich stammt, nennen ein solches Thermometer „thermomètre fronde“, Schleuderthermometer. Im ersten Augenblick ist es schwer zu glauben, dass die wahre Temperatur der Luft auf diese Weise ermittelt werden könne; doch stimmt thatsächlich, wenn man den directen Sonnenschein ausnimmt — und es ist sogar zweifelhaft, ob dies nöthig sein dürfte — ein so geschwungenes Thermometer mit einem, in dem Stevenson'schen Ständer aufgehängten bis auf $^1/_8{}^0$ C. überein. Für gelegentliche Zwecke darf man sich völlig auf dasselbe verlassen und es wird den Reisenden jedenfalls eine bessere Idee von der Lufttemperatur geben, als jene improvisirten Beob-

achtungen, die sie ab und zu aufzuzeichnen die Gewohnheit haben.

Ein Punkt, der an Wichtigkeit fast dem der Aufhängung oder des Schutzes gleich kommt, ist die Zeit, zu der ein Thermometer beobachtet werden soll. Der Thermometerstand, welcher das meiste Interesse bietet, ist der jeweilige höchste und niedrigste innerhalb 24 Stunden. Man hat besondere Arten von Thermometern angefertigt, um diese Temperaturen automatisch zu verzeichnen. Ich will jedoch nicht versuchen, die verschiedenen Weisen zu beschreiben, auf welche diese Verzeichnungen gemacht werden. Die von englischen Beobachtern am meisten benutzte Art und Weise, das Maximum oder den höchsten Stand der Lufttemperatur zu ermitteln ist, wie ich glaube, diejenige, welche vor nahezu fünfzig Jahren von dem verstorbenen Prof. Phillips erfunden wurde. Ungefähr ein Zoll des obersten Theiles der Quecksilbersäule ist durch eine kleine Luftblase von der Hauptmasse getrennt; sobald nun die Temperatur steigt, wird das Luftbläschen in die Höhe geschoben; fällt dieselbe, so bleibt das Bläschen zurück; es strandet gewissermaassen, am Zeichen des höchsten Standes. Weit schwieriger ist es, das Minimum der Temperatur zu markiren. Man hat in dieser Beziehung eine grosse Anzahl sinnreicher Methoden in Vorschlag gebracht, dennoch aber kann meines Erachtens keine als ganz zufriedenstellend angesehen werden. Dasjenige Thermometer, gegen welches die wenigsten Einwendungen erhoben werden dürften, ist wohl das bekannte Rutherford'sche Minimum-Thermometer. Bei diesem wird die Temperatur nicht durch eine Quecksilber-, sondern durch eine Weingeistsäule bezeichnet. Zieht sich der Weingeist zusammen, so führt er einen kleinen leichten Zeiger mit sich, den er zurück-

lässt, wenn er sich wieder ausdehnt. Eine andere merkwürdige Construction des Thermometers, die jetzt annähernd hundert Jahre alt ist, und die nach ihrem Erfinder die Six'sche benannt wird, verzeichnet sowohl Maximum als Minimum. Der hohe Preis und die complicirte Einrichtung dieses Thermometers haben freilich verhindert, dass es allgemein zur Beobachtung der Lufttemperatur in Aufnahme gekommen ist. Inzwischen hat dieses Thermometer werthvolle Dienste beim Studium der Temperaturverhältnisse in der Meerestiefe geleistet; und seit den Verbesserungen, die vor ungefähr 10 Jahren von Dr. Miller in Vorschlag gebracht und die unter dessen Leitung durch Casella ausgeführt wurden, ist es als das einzige Instrument anerkannt, das zuverlässige Angaben liefert, wenn es starkem Drucke unterworfen wird. Dieses Thermometer, allgemein unter dem Namen Miller-Casella bekannt, wurde u. a. auch an Bord des „Challenger" verwandt.

Neuerdings ist von den Herren Negretti & Zambra ein Thermometer zu Zwecken der Temperaturmessung in grossen Meerestiefen construirt worden, welches, wenn es auch nicht das Miller-Casella'sche verdrängt, demselben doch wenigstens als wünschenswerthe Controlle zur Seite gegeben werden dürfte. Während nämlich das Miller-Casella'sche Thermometer nur die niedrigste Temperatur registrirt, die in irgend welcher Tiefe angetroffen wird, registrirt das neue Instrument von Negretti & Zambra die Temperatur am Meeresgrunde. Dieses Thermometer ist so sinnreich, so neu und bis jetzt so wenig bekannt, dass man es mir verzeihen wird, wenn ich einige Minuten bei dessen Construction verweile.

Das Thermometer selbst hat, wie das wohlbekannte

Maximum-Thermometer, welches von denselben Verfertigern erfunden wurde, eine kleine Verengung im Halse der Röhre, nahe der Kugel; diese dient als eine Art Ventil, durch welches das Quecksilber, wenn es sich ausdehnt, unbehindert fliesst, welches ihm jedoch nicht gestattet zurückzukehren, wenn die Röhre sich in horizontaler Richtung befindet. Im Uebrigen hat das Tiefwasser-Thermometer eine siphonförmige Röhre und ist in einem Behälter befestigt, so dass das Instrument, während es in die See hinuntergelassen wird, in vertikaler Lage bleibt. Sobald es jedoch heraufgeholt wird, leitet die Aufwärtsbewegung den Druck des Wassers auf die obere Fläche einer breiten Schraube, welche dadurch gezwungen wird, sich in entgegengesetzter Richtung zu drehen und vermittelst eines kleinen Kammrades das Thermometer vollständig umzuwenden, so dass das sämmtliche Quecksilber oberhalb der Hemmung in den anderen Arm der siphonförmigen Röhre fliesst, wo es bleibt, bis das Thermometer abgelesen wird. Das Instrument ist, wie ich glaube, noch nicht, oder wenigstens nicht gründlich, in bedeutender Tiefe erprobt worden, so dass sich nicht mit voller Gewissheit bestimmen lässt, ob es sich unter starkem Drucke bewähren wird. Doch scheint dies ziemlich sicher zu sein, und so dürfte es ein werthvoller Verbündeter des älteren Instrumentes werden, das bei all seinen Verdiensten einige bedeutende Unvollkommenheiten besitzt und grosse Sorgfalt der Behandlung erfordert.

Als Instrument zur genauen Beobachtung der Lufttemperatur, verspricht das Thermometer von Negretti & Zambra von noch grösserem Nutzen zu werden. Es lässt sich nämlich mit einem ganz einfachen Uhrwerk in Verbindung setzen, das es zu einer bestimmten Zeit um-

dreht, gerade wie eine Weckuhr abläuft. Auf diese Weise kann man nun eine ganze Anzahl Thermometer umwenden lassen, eins jede Stunde oder jede zwei Stunden. Bei einer solchen Einrichtung kann die Temperatur 24 Mal oder 12 Mal täglich verzeichnet werden, ohne weitere Mühe für den Beobachter, als gleichzeitig alle Thermometer abzulesen, sie wieder aufzurichten und das Uhrwerk aufzuziehen.

Abgesehen von dem Maximum und Minimum, wollen wir nämlich auch die mittlere Temperatur kennen; und hierfür müssen wir bei den gewöhnlichen Thermometern eine Zeit auswählen, wann dies geschehen soll, die bei möglichst wenigen Beobachtungen ein möglichst richtiges Mittel liefert. Ueber diesen Punkt hat nun eine sehr grosse Meinungsverschiedenheit geherrscht. Wenn das Thermometer jede Stunde oder alle zwei Stunden beobachtet werden könnte, so dürfte das Ergebniss der 12 oder 24 Ablesungen, durch 12 oder 24 getheilt, ohne Anstand als das richtige Mittel der Temperatur angenommen werden. Doch nur auf den grössten Observatorien, mit einem regelrecht organisirten Stabe von Beobachtern, ist so häufige Beobachtung möglich. Wir müssen uns zumeist mit zwei oder vielleicht drei Beobachtungen begnügen. Unter solchen Umständen ist es natürlich von grösster Wichtigkeit, zu welchen Stunden diese zwei oder drei Beobachtungen angestellt werden. Die Bequemlichkeit des Beobachters — der gewöhnlich nebenbei auch noch andere Geschäfte zu besorgen hat — muss nothwendig bei dieser Entscheidung stark ins Gewicht fallen; und mit Rücksicht hierauf hat unsere Gesellschaft, da sie der Vergleichung halber auf Gleichmässigkeit bestehen muss, beschlossen, dass auf allen Stationen die Beobachtungen um 7 Uhr Vormittags und um 9 Uhr Abends an-

gestellt werden sollen. Dies sind nicht nur die bequemsten Stunden für die grössere Zahl der beobachtenden Freunde der Meteorologie, sondern auch die geeignetsten, um eine richtige Mitteltemperatur zu geben. Man hat verschiedene Methoden, aus solchen Beobachtungen ein Mittel zu ziehen, in Vorschlag gebracht. Vor dreissig Jahren veröffentlichte Glaisher eine Correctionstabelle, mittelst deren sich die Beobachtungen irgend einer Stunde in das Mittel des Tages umwandeln lassen; und andere ähnliche Correctionen sind seitdem von dem Smithsonian Institut in Vorschlag gebracht worden. Es ist jedoch mehr als zweifelhaft, ob irgend eine gleichförmige Correction auf Beobachtungen an verschiedenen Stationen, oder selbst auf der gleichen Station, aber zu verschiedenen Monaten, anwendbar ist. Die meteorologische Gesellschaft, welche anerkannt hat, dass die halbe Summe der Beobachtungen um 9 Uhr Vormittags und um 9 Uhr Abends etwas unter der Durchschnittstemperatur und die halbe Summe der Maxima und Minima etwas darüber ist, veröffentlicht jetzt diese vier Beobachtungen für jeden Tag und nimmt an, dass ihre Summe, durch vier getheilt, nicht mehr als $^1/_8{}^0$ C. von dem wahren Mittel abweicht und leicht — sollte dies zu einer späteren Zeit wünschenswerth erscheinen — nach irgend einer dann aufgestellten Methode auf dieses wahre Mittel zurückgeführt werden könnte [1]).

---

[1]) Die allgemeine Ansicht der Gesellschaft lässt sich aus einer Abhandlung erkennen, die ihr im März 1877 durch Herrn Marriott vorgelegt wurde, und aus den Verhandlungen, welche darauf folgten („Quarterly Journal of the Meteorological Society". Neue Folge, Bd. III, p. 399 u. ff.); noch deutlicher endlich aus der Bestimmung der Gesellschaft, hinsichtlich ihrer Beobachtungsstationen, wie sich aus ihrem Bericht über dieselben in Nr. 27 des Journals ergiebt.

Unzweifelhaft lässt sich aber das beste und zuverlässigste Mittel aus fortlaufenden Aufzeichnungen ableiten, welche durch Photographirung des Registrirpunktes der Quecksilbersäule im Thermometer erhalten werden. Dieser Punkt ist entweder die Spitze der Säule wie in Greenwich, oder eine kleine Luftblase, die in eine längere Säule eingeschaltet ist, wie in Kew und auf anderen Hauptstationen des meteorologischen Amtes. In beiden Fällen wird das Merkzeichen durch eine sorgfältig angepasste Lampe auf ein photographisch empfindliches Papier geworfen, welches um eine Trommel gewunden ist, die sich durch ein Uhrwerk einmal in 24 Stunden umdreht. Natürlich lässt sich leicht eine Scala bei dieser Vorrichtung anbringen, die zu jeder gewünschten Zeit die Ablesung in Graden gestattet. Der grösste Vorzug der Methode aber ist, dass sich nach derselben, indem man einfach die abgeschnittene Fläche misst, die Mitteltemperatur ohne viele Schwierigkeiten und mit der grösstmöglichsten Genauigkeit berechnen lässt.

Ehe ich diesen Gegenstand verlasse, möchte ich die Aufmerksamkeit noch auf ein anderes Instrument lenken, das bis jetzt freilich noch als im Stadium des Versuchs stehend betrachtet werden muss, das jedoch eines der sinnreichsten Registrir-Thermometer ist, und welches sich wahrscheinlich auch als eins der nützlichsten erweisen wird. Der Erfinder, Herr Stanley, nennt es ein Chronothermometer oder eine thermometrische Uhr; es ist auch thatsächlich eine Uhr, die auf ihrem Zifferblatt die Pendelschläge so ziemlich wie andere Uhren vermerkt. Ihre Eigenthümlichkeit besteht aber darin, dass das Pendel eine Art Luftthermometer, und so eingerichtet ist, dass die Ausdehnung oder Contraction der Luft, das Quecksilber aus einem niedrigeren Gefäss in ein höheres

zwängt, oder dem Quecksilber gestattet, aus dem höheren Gefäss zurück in das niedrigere zu fliessen. Der Mittelpunkt der Oscillation ist dadurch einer beständigen Veränderung unterworfen [1]). Jeder, der eine gewöhnliche Hausuhr zu reguliren versteht, wird sofort begreifen, dass das Chronothermometer bei einer Zunahme der Temperatur schneller, und bei Abnahme derselben langsamer gehen muss. Die Schwierigkeit liegt natürlich in der Anordnung. Herr Stanley glaubt, dieselbe überwunden zu haben, so dass das Pendel, dessen Geschwindigkeit jetzt 50 Schwingungen täglich für jeden Temperaturgrad entspricht, mit Vortheil so eingerichtet werden könnte, um 200 Schwingungen zu entsprechen. Dies Instrument würde somit die mittlere Temperatur für irgend eine Zeitdauer — für einen Tag, eine Woche, einen Monat oder ein Jahr — mit grösster Genauigkeit und ohne jede weitere Berechnung angeben. Wenn es sich ferner einrichten liesse — und dies ist nach meinem Dafürhalten möglich — durch eine fortgesetzte Folge elektrischer Berührungen jeden Schlag zu verzeichnen und so nicht nur die mittleren Temperaturen, sondern die Temperatur jeder Secunde zu registriren, würde der wissenschaftliche Werth dieses Instrumentes, den eines jeden anderen bis jetzt angefertigten weit übersteigen.

[1]) Eine detaillirte Abhandlung über dieses Instrument und das Seitenstück dazu, das Chronobarometer, findet sich in dem Journal der Gesellschaft, Neue Folge, Bd. III, p. 352 bis 358.

METEOROLOGISCHE VORLESUNGEN.

DRITTE VORLESUNG

VON

RICHARD STRACHAN.

Das Barometer und seine Anwendung. Winde und Stürme.

Bereits in der ersten Vorlesung hat Dr. Mann eine Erklärung des Torricelli'schen Versuchs gegeben, dem das Barometer seinen Ursprung verdankt. Jenes Experiment wurde im Jahre 1643 angestellt und es war eines der vielen, durch welche Torricelli die Ursache des Aufsteigens der Flüssigkeiten in leeren Röhren ermitteln wollte. Dadurch wurde er auf die Entdeckung des Druckes der Atmosphäre geleitet, die vom Gewichte und der Elasticität der Luft, sowie der in ihr enthaltenen Dämpfe herrührt. Gleichzeitig lehrte Torricelli's Versuch ein genaues Mittel kennen, diesen Druck zu messen. Dieses eine Experiment ist durch die Erfolge, die es nach sich gezogen, so ergiebig für die Wissenschaft geworden und hat ihr so viele neue Bahnen und Wege eröffnet, dass es genügte, den Ruhm Torricelli's unvergänglich zu begründen. Dieser Gelehrte starb in jugendlichem Alter; und obgleich er auch andere Erfolge in der Wissenschaft errang, so würde doch er sowohl wie diese längst in Vergessenheit gerathen sein, wenn nicht jener herrliche Versuch sich an seinen Namen knüpfte. Die von Torricelli benutzte Röhre war an dem offenen Ende umgebogen

und bildete also eigentlich das erste Heberbarometer. Mit demselben entdeckte er auch bereits die Veränderungen, welche der Druck der Atmosphäre erleidet. In dem Bestreben, darzuthun, wie sich das Barometer allmälig zu einem eigentlichen Präcisions-Instrumente vervollkommnet hat, müssen wir von jenem Versuche und Apparate ausgehen. Torricelli legte seiner Vorrichtung keinen besonderen Namen bei; augenscheinlich betrachtete er sie nicht eigentlich als ein Instrument, sondern nur als einfaches Hülfsmittel zu einem physikalischen Versuche. Lange Zeit hindurch war dieses auch unter keinem anderen Namen bekannt als dem des Torricelli'schen Versuches oder des Vacuum-Experimentes. Indessen liegt hier recht eigentlich der Ursprung des Barometers, jenes Instrumentes, das nicht nur von der höchsten Wichtigkeit in der Meteorologie ist, sondern das auch den Weg gezeigt hat zur Erfindung der Luftpumpe, der Feuerspritze und des hydraulischen Widders, die sämmtlich durch die Elasticität und den Druck der Luft in Bewegung gesetzt werden; ferner zu der Dampfmaschine, deren Wirksamkeit, wenigstens bei der anfänglichen Construction, von dem atmosphärischen Drucke abhing. Das Barometer hat gleicher Weise die Männer der Wissenschaft in den Stand gesetzt, das Gesetz des Flüssigkeitsdruckes zu ermitteln, sowie die Gesetze der Beziehungen zwischen Druck, Temperatur und Volumen von Gasen und Dämpfen; es hat somit in der Physik sowohl als in der Chemie wichtige Dienste geleistet. Es ist fortdauernd für die Ausbildung dieser Wissenschaften wie in der Praxis der Dampfmaschine unentbehrlich. Indessen haben wir uns hiermit nicht zu befassen; unsere Aufmerksamkeit richtet sich lediglich auf das Barometer als meteorologisches Instrument.

Die Zweifel an der Richtigkeit der Torricelli'schen Entdeckung des Druckes der Atmosphäre beschränkten sich glücklicherweise nur auf eine kurze Zeitdauer. Sie wurden sofort und für immer durch Pascal zurückgewiesen, dessen Ruhm sich an sein entscheidendes Experiment mit dem Barometer anknüpft, wie der Ruhm Torricelli's mit der Erfindung desselben verbunden ist. Pascal wiederholte zunächst die verschiedenartigen, von Torricelli angestellten Versuche, und überzeugte sich von dem Drucke der Luft und dem in Folge dessen stattfindenden Aufsteigen der Flüssigkeiten in leeren Röhren. Es wurde ihm klar, dass das Quecksilber in der Torricelli'schen Röhre von der vertical darüber ruhenden Luftsäule getragen werde, keineswegs aber von der unter oder in gleicher Linie mit ihr befindlichen. Er schloss hieraus, dass sich die Länge der Säule in der Röhre an hoch liegenden Orten verhältnissmässig verringern müsse. Demzufolge ersuchte er im Jahre 1647 seinen Schwager Perrier, den Torricelli'schen Versuch auf der Spitze des Puy de Dôme, eines Berges in der Nähe seiner Geburtsstadt Clermont, vorzunehmen. Erst am 19. September 1648 fand Perrier eine günstige Gelegenheit, den Versuch auszuführen. Am Morgen jenes Tages, einem der denkwürdigen in der Geschichte der Meteorologie, versammelte er eine auserlesene Gesellschaft von Geistlichen und Laien in Clermont und führte in deren Gegenwart mehrmals den Torricelli'schen Versuch aus. Darauf begab sich die Gesellschaft auf die ungefähr acht englische Meilen entfernte Spitze des Berges. Dort wurde nun ebenfalls der Versuch verschiedene Male angestellt und man fand, dass in jener Höhe die Säule 3,33 Zoll kürzer war als in der Stadt. Beim Abwärtssteigen, in Font de l'Arbre, zeigte die Säule

eine mittlere Höhe. Damit war klar erwiesen, dass die Luft unterhalb des Instrumentes keinen Einfluss auf dasselbe hat. Die Zeit mangelt, auf die Einzelheiten dieser denkwürdigen Expedition einzugehen, oder die peinliche Sorgfalt zu beschreiben, mit der die Versuche ausgeführt und vielfach wiederholt wurden, um alle Zweifel zu bannen. Es genüge die Bemerkung, dass, wenn wir heute nach Perrier's Angaben die Höhen der Stationen berechnen, an denen er beobachtete, die Ergebnisse in überraschendem Einklang mit den allerneuesten und besten Messungen stehen. Seine Beobachtungen ergaben nämlich für die Höhe des Puy de Dôme über Clermont 3458 Fuss, während die wirkliche Höhe gegenwärtig zu 3511 Fuss angenommen wird. Nachdem er glänzende Proben seiner hohen wissenschaftlichen Befähigung gegeben, widmete Pascal sich ganz einem beschaulichen religiösen Leben und starb im jugendlichen Alter von 38 Jahren. Erst nach seinem Tode veröffentlichte Perrier im Jahre 1663 dessen Abhandlungen über das Gleichgewicht der Flüssigkeiten und über das Gewicht der Luft. Sie enthalten den Bericht über die Versuche am Puy de Dôme und zeigen, wie die Torricelli'sche Säule zur Beurtheilung des Wetterstandes verwandt werden kann. Pascal fand, dass dieselbe eine Veränderlichkeit ihres Standes von 1,6 Zoll besitze und im Winter gewöhnlich höher als im Sommer sei. Ablesungen der Torricelli'schen Säule fanden in den Jahren 1649 und 1650 täglich gleichzeitig durch Pascal in Paris, Perrier in Clermont, Chanut und Descartes in Stockholm statt, „um zu untersuchen, ob sich aus der Vergleichung irgend etwas Neues entdecken liesse." Pascal ist somit der Schöpfer der gleichzeitigen Beobachtungen, auf denen das System der modernen Sturmwarnungen beruht.

Im Jahre 1665 beobachtete Boyle die Torricelli'sche Säule mit Bezug auf das Wetter und versah sie mit einer Scala und Zeichen. Hooke beobachtete das Steigen derselben in Folge vermehrten Drucks in der Tiefe einer Kohlengrube und erfand das Radbarometer oder Wetterglas, das seitdem ein ständiges Hausgeräth geworden ist. In den Jahren 1668 bis 1670 maass Professor G. Sinclair aus Glasgow die Höhe einiger Hügel in Schottland. Dem in einem Gehäuse befestigten Instrumente legte er den Namen Baroskop oder Schwerezeiger bei. Die Endung „skop" wurde später in die bezeichnendere „meter" umgewandelt, und der Name „Barometer", der jetzt zum ersten Male der Torricelli'schen Vorrichtung beigelegt wurde, soll dessen Bestimmung, ein Messer des atmosphärischen Gewichtes zu sein, bezeichnen. Indessen muss man zugestehen, dass die Etymologie desselben kaum diesen bestimmten Sinn hat.

Wir haben hier Muster der besten neueren Barometerarten: Fortin's Normalbarometer für Observatorien, Gay-Lussac's Barometer für Reisende, das Normal-Marinebarometer von Kew. Nachdem wir einen Blick auf dieselben geworfen, wollen wir zu dem ursprünglichen Instrumente zurückkehren. Ehe dieses in seine heutige, moderne Form gebracht werden konnte, musste vieles geändert, mussten viele Verbesserungen seiner ursprünglichen Einrichtung gemacht werden. Man könnte das anfängliche Instrument einem Naturkinde vergleichen, diese modernen hingegen Kindern, welche durch die Schule gebildet, durch die Cultur verfeinert sind. Ohne auf Einzelheiten einzugehen, will ich kurz die Bedingungen hervorheben, die das heutige vervollkommte Barometer erfüllen muss. 1. Das Quecksilber muss rein sein. 2. Jede Spur von Luft oder Feuchtigkeit muss

aus der Röhre entfernt sein. Man erzielt dies, indem man die Röhre bis auf einen hohen Grad erhitzt, während sie gefüllt wird. Diese Methode wurde zuerst im Jahre 1740 von Cassini angewandt. 3. Die Röhre muss genau vertikal sein. Ist dies nicht der Fall, so könnte eine bezügliche Correction berechnet und angebracht werden, doch besteht in der Praxis keine Schwierigkeit, das Instrument vertikal zu halten. 4. Das Niveau des Quecksilbers in dem Gefässe wechselt mit dem Steigen und Fallen der Säule; und, da die Höhe der Säule von diesem Niveau aus gemessen wird, so muss der relative Rauminhalt der Röhre und des Gefässes in Betracht gezogen werden. Dem Capacitätsfehler kann man auf vier Weisen begegnen: a) durch eine bewegliche Scala, durch welche der Nullpunkt stets in gleiche Höhe mit dem Stande des Quecksilbers im Gefäss gebracht wird; b) durch einen beweglichen Boden des Gefässes — Fortin's Erfindung, die gestattet, die Oberfläche des Quecksilbers im Gefäss auf den Nullpunkt einer festen Scala zu heben oder zu senken; c) bei festem Gefäss und befestigter Scala, indem man an der unmittelbaren Ablesung eine gewisse Correction anbringt; d) bei befestigtem Gefäss und fester Scala, bei welcher letzteren jedoch die Zolle oder Millimeter anstatt von constanter Länge zu sein, verkürzt aufgetragen sind und unmittelbar entsprechend dem Stande des Quecksilbers abgelesen werden können. Dies geschieht z. B. in Kew. 5. Da Genauigkeit der Messungen in der Wissenschaft vor allem wichtig ist, so muss nicht nur die Scala an und für sich völlig genau eingetheilt und richtig angebracht sein, sondern sie muss auch genau abgelesen werden können. Um dies zu erleichtern, bringt man gewöhnlich einen sogenannten Nonius an. 6. Quecksilber benetzt das Glas

nicht, es wird vielmehr von demselben abgestossen und um so mehr, je enger die Röhre ist. Man erkennt hieraus die Nothwendigkeit einer Correction wegen der Capillarität. Dies wurde schon früh beobachtet und versuchsweise Bestimmungen über den Werth für Röhren von verschiedenem Kaliber wurden angestellt. Man kann indess nicht sagen, dass die Sache bis jetzt befriedigend erledigt sei, da die Correction keine constante ist, sondern bei Anwesenheit der geringsten Spur von Feuchtigkeit, von Oxydation oder Unreinheit im Quecksilber variirt. 7. Die Temperatur beeinflusst die Länge der Quecksilbersäule sowohl als die Ausdehnung der Scala und es muss folglich auch mit Rücksicht hierauf eine Correction an der unmittelbaren Ablesung angebracht werden. Diese wurde erst zufriedenstellend ausgeführt, nachdem von den Physikern die Ausdehnungen des Quecksilbers, des Glases, des Metalls und des Holzes ermittelt worden waren. 8. Die Correction für die Temperatur hat die Frage wegen des passendsten Materials für Barometergehäuse praktisch zu Gunsten des Messings entschieden. Holz, das zuerst allgemein angewandt wurde, wird jetzt nur noch für gewöhnliche Instrumente verwendet. 9. Die ursprüngliche Form der Röhre ist abgeändert worden, um Quecksilber zu ersparen und das Vacuum zu erhalten, letzteres durch eine von Gay-Lussac angegebene Vorrichtung, welche den Zweck hat, das Aufsteigen von Luft aus dem Gefässe zu verhindern. Dieselbe erweist sich besonders zweckmässig und nützlich bei tragbaren oder bei Marinebarometern. 10. Um das Barometer an Bord eines Schiffes brauchbar zu machen, muss ein Theil der Röhre zu einem sehr dünnen Kaliber zusammengezogen sein. 11. Wenn die Kunst auch der Wissenschaft wesentlich zu Hülfe gekommen ist und alles aufgeboten hat, so ist das Barometer doch

immer noch unvollkommen. Die übrig bleibenden Fehler müssen durch Vergleichung mit einem bewährten Normalbarometer, wie z. B. das in Kew, festgestellt und darüber ein Correctionscertificat beschafft werden. So beglaubigte Barometer können dann selbst als Normalinstrumente betrachtet werden, und nur mit solchen Instrumenten hat die wissenschaftliche Meteorologie hauptsächlich zu thun. Was die Beobachtungen selbst betrifft, können wir mit Mr. Spottiswode sagen: „Sobald irgend etwas Gegenstand genauer Messungen oder numerischer Angaben wird, tritt es in eine mathematische Phase. Diese Phase ist, oder sie ist auch nicht die Einleitung zu einer anderen, in welcher die Gesetze des Gegenstandes in algebraischen Formeln ausgedrückt oder durch geometrische Figuren dargestellt werden. — Es sind nicht so sehr schwierige Berechnungen oder verwickelte Vorgänge, welche diese Phase charakterisiren, sondern vielmehr die Principien der Präcision, der Schärfe und des Gleichmaasses“ [1]).

Fortin's Barometer ist das beste Normalinstrument für Beobachtungsstationen. Das Gefäss desselben macht seine Eigenthümlichkeit aus. Der Boden desselben ist nämlich beweglich und der obere Theil ein Glascylinder. Diese Einrichtung gestattet dem Beobachter, die Oberfläche des Quecksilbers in dem Gefäss bei jeder Beobachtung auf den Nullpunkt der Scala einzustellen, so dass das Instrument keinen Capacitätsfehler hat und also auch keiner desfallsigen Correction bedarf. Ein wenig Verlust an Quecksilber aus dem Gefäss, durch Oxydation oder Tropfung, ist von keinem Belang, und um eine

---

[1]) Ansprache an die „British Association“, 1878.

neue Röhre anzupassen, ist keine Veränderung der Scala und des Gestelles nöthig.

Das Heberbarometer ist das beste Normalinstrument für Reisezwecke. Es kann leichter an Gewicht sein als jede andere Art von Barometer. Ausserdem kann man ohne grosse Unzuträglichkeit eine Anzahl mit Quecksilber gefüllter Röhren mitführen, um bei einem etwaigen Bruche sofort Ersatz zu haben, da jede Röhre, welche an beiden Schenkeln abgelesen wird, sich in den Rahmen einfügen lässt, ohne der Scala genau angepasst zu sein. Das Quecksilber in dem offenen Schenkel oxydirt leicht und wird schmutzig, auch ist es sehr leicht möglich, dass eine Luftblase in den unteren Theil der Säule hineingeräth. Um nun das Aufsteigen von Luft in das Vacuum zu verhüten, erfand Gay-Lussac den Trichter. Da die Luft nur ihren Weg zwischen dem Quecksilber und dem Glase hindurch nehmen kann, so steigt sie bis zum Schenkel des Trichters empor, vermag aber nicht weiter zu gelangen. Die Anwesenheit einer Luftblase in der Säule muss jedoch eine zu hohe Ablesung verursachen, wenn sie einen Theil der Röhre einnimmt; man muss daher Sorge tragen, dass keine Luft dort vorhanden ist.

Das Barometer wurde zwar seit Anfang des achtzehnten Jahrhunderts auch auf dem Meere benutzt; jedoch erst im Jahre 1853 gelang es, ein befriedigendes Normal-Marinebarometer zu construiren. Dies war das Werk P. Adie's unter Leitung des Vorstandes des Kew-Observatoriums. Die Hauptzüge desselben sind eine entsprechend verkürzte Röhre mit Trichter, eine Messingeinfassung, ein geschlossenes Gefäss und eine reducirte Scala. Um sich der Zuverlässigkeit eines solchen Barometers für den Gebrauch auf See zu versichern, muss es

vorher geprüft werden. Diese Prüfung erstreckt sich darauf: erstens, ob das Barometer durch die Bewegung des Schiffes nicht zum „Pumpen“ neigt, und zweitens, ob es nicht ungehörig träge ist. Daneben muss es in einem luftdichten Raume mit einem Normalbarometer durch den ganzen Umfang hindurch, von 780 bis 700 mm, verglichen werden, um die Fehler zu ermitteln. Die so ermittelten Correctionen umfassen die Fehler der Scalentheilung, der Capacität und Capillarität, beschränken sich aber gewöhnlich auf höchstens einige Bruchtheile des Millimeters und bisweilen sind sie sogar Null. Um das Instrument auch zum Gebrauch auf Kriegsschiffen geeignet zu machen, ist der verdeckte Theil der Röhre mit vulkanisirtem Kautschuk umhüllt, um es soviel als möglich vor Schwingungen und Erschütterungen zu schützen. Ein vollkommeneres Marinebarometer liesse sich kaum wünschen. Undichtigkeit des Gefässes oder Bruch der Röhre macht natürlich eine völlig neue Prüfung des Instrumentes und ganz andere Correctionen erforderlich, die vor Gebrauch von Neuem festgestellt werden müssen. Uebrigens ist dieses Barometer vor allen dasjenige, welches sich am besten transportiren lässt.

Das Barometer ist immer als ein Wetterprophet gerühmt worden, doch es hat in Wahrheit keinen Anspruch auf solche Würde. Es zeigt einfach den statischen Druck der Atmosphäre über sich an. Dieser Druck muss erst wechseln, bevor eine Veränderung im Stande des Barometers eintreten kann, vorausgesetzt natürlich, dass die Temperatur constant bleibt. Die Luft ist es, welche das Quecksilber in Bewegung setzt, daher kann eine Veränderung im Stande des Quecksilbers im Barometer eintreten nachdem, aber sicher nicht bevor der Luftdruck sich geändert hat. Wenn man annimmt, dass jedem

Winde ein eigenthümlicher Charakter des Wetters entspricht, so wäre der erste Schritt zur Beobachtung des Wetters die Beobachtung der Richtung und der Stärke des Windes. Nun ist der Wind ein Bewegungszustand der Luft, ein Zustand, den wir gewohnt sind annähernd nach unserem Empfinden zu beurtheilen, es ist daher sehr vortheilhaft, gleichzeitig auch ein genaues Maass des statischen Zustandes der Luft zu besitzen, welches das Barometer uns giebt. Wir messen dann nicht nur die horizontale Bewegung der Luft, sondern ebensowohl die vertikale Masse derselben, und mit diesen beiden Schätzungen sind wir besser in den Stand gesetzt, über kommende Veränderungen zu urtheilen, als mit einer derselben allein. Es ist jedoch meistens gebräuchlich, Veränderungen in Wind und Wetter mit dem Stande des Barometers in Zusammenhang zu bringen; und zahllose Regeln sind in Vorschlag gebracht worden, um Jeden, unter Beihülfe des Barometers, zu einem Wetterpropheten zu machen. Torricelli begann damit, Pascal und Perrier trugen ebenfalls dazu bei, Halley, Patrick, Saul und andere erweiterten die angenommenen Regeln; ja, Dalton, Jenyns und Glaisher arbeiteten ebenfalls noch einigermaassen in dieser Richtung. Ich darf indess wohl sagen, dass ich keine einzige wirklich zuverlässige Regel gefunden habe. Unter einer solchen Regel verstehe ich dabei eine Methode, aus bestimmten gegebenen Verhältnissen sichere Schlüsse zu ziehen. Im Gegensatz hierzu sind alle Wetterregeln nichts als blosse Aufzählungen von Witterungszuständen bei gleichzeitiger Angabe der Höhe und der Bewegungen des Barometers. Sie hatten einen nützlichen Zweck, so lange jeder sein Barometer allein zu Rathe zog, als ob es kein anderes auf der Welt gäbe, und werden in diesem Sinne auch

noch fernerhin nützlich sein. Als freilich das Verhalten des Barometers in verschiedenen Gegenden und Ländern studirt wurde, geriethen die Angaben ein wenig in Verwirrung. Eine Art Elixir derselben ward nun hergestellt und an der Barometerscala angebracht, um dem Verlangen nach Bestimmtheit, nach in feste Form gebrachtem Wissen, kurz nach scheinbarer Wissenschaftlichkeit zu genügen. Ich verweise in dieser Beziehung auf die Wetterregeln an der Barometerscala, die Jedem bekannt sind und die, so unbedenklich sie in Städten wie London und Paris sein mögen, doch zuweilen drollig, um nicht zu sagen albern erscheinen, sobald das Barometer sich einmal zwischen die Hügel und Berge, in das Innere des Landes oder auf den Ocean verirrt. Im grossen Ganzen kann man diese Wetterregeln immerhin als Fortschritt betrachten, der allerdings durch die Mittelmässigkeit und Unvollkommenheit der Instrumente und Methoden verkümmert wird. Die neueren Beobachter führten noch einige Folgerungen ein, und will ich hier nur speciell auf die des hervorragenden Meteorologen James Glaisher hinweisen. Er sagt: Die Höhe der barometrischen Säule wechselt fast beständig; die Durchschnittsvariationen in Greenwich während des Jahres sind folgende:

An 132 Tagen beträgt die Veränderung weniger als 0,1 Zoll
„ 123 „ übersteigt sie 0,1 u. beträgt weniger als 0,2 „
„ 61 „ „ „ 0,2 „ „ „ „ 0,3 „
„ 27 „ „ „ 0,3 „ „ „ „ 0,4 „
„ 12 „ „ „ 0,4 „ „ „ „ 0,5 „
„ 6 „ „ „ 0,5 „ „ „ „ 0,6 „
„ 4 „ „ „ 0,6 „ „ „ „ 1,0 „

und an einem Tag in zehn Jahren mag sich die Variation auf 1,25 Zoll belaufen. Es sind so die Veränderungen,

welche das Barometer zu einem Ankündiger des herannahenden Wetters machen. Wie auch immer der Stand des Quecksilbers sein mag, ein plötzliches und rasches Fallen ist ein sicheres Zeichen schlechten Wetters, und je schneller und plötzlicher es fällt, um so rascher wird die Veränderung vorübergehen. Herr Glaisher hat die folgenden Beziehungen zwischen der Geschwindigkeit des Windes und der Höhe des Barometers am Meeresspiegel angegeben: Ueber 30 Zoll, 130 engl. Meilen täglich; ungefähr 30 Zoll, 160 engl. Meilen; 30 bis 29,5 Zoll, 210 engl. Meilen; 29,5 bis 29 Zoll, 260 engl. Meilen; unter 29 Zoll, 320 engl. Meilen. Diese Herleitungen dürfen nicht als die normalen Beziehungen zwischen dem wechselnden Gewicht der Atmosphäre und der Geschwindigkeit der horizontalen Bewegung der Luft betrachtet werden, sondern vielmehr als eine Klarstellung der Thatsache, dass, wie der Druck sinkt, die Bewegung des Windes zunimmt. „Das Barometer,“ so sagt Glaisher, „darf von dem Seemanne fast vernachlässigt werden, sobald die Ablesungen über der Durchschnittshöhe liegen, doch sobald sie unter die Durchschnittshöhe fallen, muss ihm dies eine Warnung sein, die er niemals unbeachtet vorübergehen lassen sollte. Wenn die Depression eine plötzliche ist, so gewährt sie das sicherste, untrüglichste Anzeichen eines nahenden Sturmes.“ Man erkennt hieraus den Nutzen, den die Kenntniss der mittleren Barometerhöhen, die geographische Vertheilung des barometrischen Drucks gewährt. Sir John Ross äusserte sich: „In hohen südlichen Breiten lernten wir einen Barometerstand von 29 Zoll als ein Anzeichen für schönes Wetter kennen, während in England eine solche Depression ganz anders angesehen werden würde.“ Ebenso sagt Kapitän Maury: „Nehmen wir an, der Seemann

beobachte sein Barometer und finde einen Stand von 29,3 engl. Zoll. Befindet er sich nun unter 56° nördlicher Breite, darf er sich auf eine Böe gefasst machen; befindet er sich dagegen unter 56° südlicher Breite, so ist dies nur der mittlere Barometerstand, oder gleichbedeutend mit 29,9 Zoll unter 56° nördlicher Breite.“

Den genannten Meteorologen folgten die Cyclonisten Franklin, Capper, Redfield, Reid, Thom, Piddington. Diese Erforscher der Sturmgesetze zogen ebenfalls das Barometer mit in Betracht, obgleich die Instrumente sich als sehr unzuverlässig erwiesen, da sie schlecht angefertigt waren, sowie ungenau gemessen, nachlässig beobachtet und reducirt wurden. So ergaben die Ablesungen von zwei Barometern auf einem und demselben Schiffe das nachfolgend vermerkte Resultat:

Privatbarometer	Schiffsbarometer
30,00″	30,25″
29,00	29,00
28,50	28,35

Dennoch wurde das Vertrauen der genannten Meteorologen nicht getäuscht. Sie entdeckten, dass die Vertheilung des atmosphärischen Druckes symmetrisch innerhalb des Sturmgebietes ist; dass, während alle grossen Stürme und Orkane einen Wind aufweisen, der um ein ruhiges Centrum bläst, dieses Centrum den niedrigsten Barometerstand zeigt und der Druck rundherum zunimmt, bis zur Grenze des Sturmfeldes. Dies war ein ungeheurer Fortschritt, und führte zu den überaus wichtigen

Erforschungen der Sturmgesetze. Dieselben sind Gegenstand bedeutender Abhandlungen geworden, welche der Kunst der Schifffahrt von unschätzbarem Nutzen wurden. Dove scheint in seinem Werk über die Wirbeltheorie der Stürme einen Versuch der Aussöhnung zwischen der früheren Anschauung und den neueren Sturmgesetzen angestrebt zu haben. Das Gleiche gilt vom Admiral Fitz-Roy, indem er Dove's Arbeit in seinem „Barometer Manual“ zur Grundlage nahm. Diese Arbeiten waren für Fischer, Schiffer und Lothsen berechnet, doch keineswegs für die kundigen alten Theerjacken, die dem Lande den Rücken drehen. Ich habe oft gedacht, wie sich wohl die armen Fischer darüber die Köpfe zerbrochen haben werden.

Bei den frühesten Versuchen, vermittelst des Barometers Höhen zu messen, war man noch der Ansicht, die Atmosphäre besässe in ihrer ganzen Ausdehnung dieselbe Dichtigkeit, was sich bei beträchtlichen Höhen als ganz irrig erwies. Die nächste Idee war, die Dichtigkeit der Luft nehme ab, wie die Höhe zunimmt, doch es zeigte sich, dass dies ebenfalls nicht den wahren Verhältnissen entspreche. Im Jahre 1685 veröffentlichte der berühmte Halley das Theorem, auf welches sich die Berechnung jetzt gründet und welches ausspricht, dass, wähend die Höhen arithmetisch wachsen, die entsprechende Dichtigkeit der Luft in einer geometrischen Progression abnimmt. Indem er die Praxis mit der Theorie verband, beobachtete Halley im Jahre 1697 das Barometer an der Meeresfläche sowie auf der Höhe des Snowdon und fand, dass es beziehentlich auf 29,9 und 26,1 Zoll stand. Aus der bekannten Höhe des Berges vermochte er zu folgern, dass die Dichte der Luft in einer Höhe von ungefähr $3^1/_2$ engl. Meilen um die

Hälfte abnimmt. Indessen blieb noch sehr viel zu erforschen übrig, in Betreff des specifischen Gewichtes der Luft und des Quecksilbers, der Wirkung der Schwere und der Temperatur auf beide. Das Problem wurde später durch Deluc, Horseley, Damen, Playfair, Roy, Schuckburg und andere der strengen Lösung näher gebracht. Die jetzt allgemein angenommene Formel verdankt man indessen dem berühmten Laplace. Um diesen Gegenstand nicht weiter zu verfolgen, will ich nur kurz sagen, dass das Quecksilberbarometer, oder sein Stellvertreter, das Aneroidbarometer, jetzt ein unerlässliches Instrument zur Profilirung und Nivellirung ist, besonders dort, wo keine methodischen Messungen angestellt werden können und ein rascher Erfolg wünschenswerth ist.

Da die Erhebung über dem Meeresspiegel oder über irgend einer anderen Fläche durch barometrische Beobachtungen bestimmt werden kann, so lässt sich das Problem natürlich auch umkehren. Sobald die Seehöhe des Barometers bekannt ist, können die Ablesungen desselben auf den Stand reducirt werden, den es am Meeresspiegel selbst gehabt haben würde. Diese Form des Problems ist in der Meteorologie von der höchsten Wichtigkeit. Es ist unmöglich, die Ablesungen der Barometer an verschiedenen Orten für die Wissenschaft nutzbringend zu vergleichen, bevor sie auf den Meeresspiegel reducirt worden sind. Bei der Erforschung der Sturmgesetze, nach den Daten, welche die Logbücher der Schiffe ergaben, war der Stand aller Barometer unmittelbar derjenige an dem Meeresspiegel; als sich aber später die Erforschungen auch auf das Land ausdehnten, konnten die barometrischen Beobachtungen nicht erfolgreich verglichen werden, bevor dieselben auf den Normalstand

am Meeresspiegel reducirt waren. Diese wichtige Reduction geschieht nach Laplace's Formel und die folgerechten Resultate, welche täglich und überall daraus gezogen werden, legen Zeugniss ab für die thatsächliche Genauigkeit dieser gewaltigen Anhäufung von Wissen, welche sie gewissermaassen wie ein Schrein umschliesst.

Die gewöhnlichen Beobachtungen des Windes, die oberflächlichen Wetternotirungen, in Verbindung mit den Ablesungen von unzuverlässigen Barometern, die den Logbüchern entnommen, genügten für die Untersuchungen, welche zur Entdeckung der Sturmgesetze führten. Genauere Beobachtungen und besonders sorgfältige Ablesungen von zuverlässigen Barometern, führten zu der Verallgemeinerung, dass die sogenannten Sturmgesetze überall und immer die Gesetze der Windbewegung überhaupt sind. So haben die Männer der Wissenschaft gelernt, dass kein wirklicher Fortschritt auf dem Gebiete meteorologischer Forschungen erwartet werden darf, wenn nicht genaue Instrumente, scharfe Beobachtungen und richtige Methoden angewandt werden. Auf eine solche Basis sich stützend, gelang es im Jahre 1860 dem Admiral Fitz-Roy, unter Zurhülfenahme des elektrischen Telegraphen, ein System von Sturmwarnungen und Wetterprognosen einzuführen, nachdem Leverrier allerdings schon vorher die Sturmwarnungen befürwortet hatte. Fitz-Roy war von den Ansichten der Cyclonisten tief durchdrungen und besonders von der Theorie Dove's, der die Ansicht vertrat, dass alle Winde cyclonische seien, und indem er praktisch nach denselben handelte, war er vollkommen im Rechte. Weil er aber unterliess, seine Ansichten genauer aus einander zu setzen, misstrauten die Männer der Wissenschaft denselben allgemein. Im Jahre 1863 kam Galton ihm zur Hülfe, obgleich er

das nicht erkannt zu haben scheint, denn in der Meteorographica ist das Gesetz des Windes in Bezug auf die Vertheilung des atmosphärischen Druckes klar auseinander gesetzt. Die Karten in diesem Werke, obgleich sie durch ihre Aehnlichkeit mit der Peckinger Zeitung oder einem chinesischen A-B-C-Buche von einer Prüfung abschrecken, werden trotzdem in dem Gedächtnisse aller bleiben, die sie kennen. Als die ersten Wetterkarten werden sie unzweifelhaft mit der Zeit von grossem Werthe. Gleichzeitig ist es sehr bemerkenswerth, dass wir demselben Verfasser die Hauptzüge unserer täglichen Wetterkarten verdanken, die wir litographirt durch die Post, oder stereotypirt in der Zeitung erhalten. Der Text der Meteorographica bezieht sich gleichfalls auf diese Karten, die das westliche Europa umfassen, und aus denen schon klar zu erkennen ist, dass die Regionen der barometrischen Maxima und Minima sehr ausgedehnt und in ihrem bestimmten Charakter sehr regelmässig sind, dabei aber ihre Contouren und ihre Lage ändern, während sie auch in der Geschwindigkeit und der Richtung ihrer fortschreitenden Bewegung fortwährend wechseln. Die Regionen der Calmen erschienen als Heimath von Wirbelwinden oder zwischen entgegengesetzten Strömungen gelegen. Endlich ergab sich, dass eine bestimmte Beziehung zwischen Temperatur, Bewölkung und Windrichtung besteht, die sich stets klar darstellt und von grossem Interesse ist; nämlich, dass ein westlicher Wind von bewölktem Himmel und Wärme begleitet ist, während bei östlichen Winden die Luft rein und die Kälte empfindlich ist. Weiterhin bezeugen die Karten nicht nur das Vorhandensein von Cyclonen, sondern wie der Verfasser sie bezeichnet, auch von Anticyclonen. Um seine eigenen Worte anzuführen, so ist es „eine allgemeine Thatsache, dass eine von dem Orte des höch-

sten zu dem des niedrigsten Barometerstandes gezogene Linie stets mehr oder weniger rechtwinklig von dem Winde durchschnitten wird, und besonders ergiebt sich, dass der Wind die linke Seite der von dem Orte des höchsten Barometers gezogenen Linie trifft. Kurz, wie nach der gewöhnlichen, wohlbekannten Theorie der Wind (auf unserer Hemisphäre), falls er in ein Gebiet aufsteigender Strömungen hineingezogen wird', in entgegengesetzter Richtung, wie die Bewegungen eines Uhrzeigers herumwirbelt, so kreist der Wind, falls er sich aus einem Gebiete dichter, niedersteigender Strömungen, oder hohen Barometerstandes verbreitet, in der gleichen Richtung mit dem Uhrzeiger". Professor Buys-Ballot zu Utrecht erhebt den Anspruch, dieses allgemeine Windgesetz vor Galton aufgestellt zu haben, doch that er dieses bestimmt nur für das kleine Gebiet Hollands. Spätere Forschungen haben die Meteorologen in den Stand gesetzt, das allgemeine Windgesetz als für die ganze Erde gültig hinzustellen. In der nördlichen Hemisphäre weht der Wind längs der Isobaren oder Linien gleichen barometrischen Druckes mit einem geringeren Druck gegen die linke wie gegen die rechte Seite seines Weges, und umgekehrt ist es auf der südlichen Hemisphäre.

So lange barometrische Beobachtungen an von einander unabhängigen Stationen angestellt und nicht mit einander hinsichtlich des gleichen Zeitpunktes verglichen wurden, belief sich alles, was aus denselben hergeleitet werden konnte, auf stündliche, tägliche, monatliche oder jährliche Durchschnitte. Die Mehrzahl der Beobachter vermochte nur ein- oder zweimal täglich Beobachtungen mit Regelmässigkeit zu verzeichnen und diese ergaben Durchschnitte für die besonderen Stunden. Man fand bald, dass das Barometer tägliche und jährliche Schwan-

kungen zeigte, so dass, um die Gesetze dieser Variationen zu erforschen, ein Barometer erforderlich erschien, welches ununterbrochen seinen Stand selbst aufzeichnete. Dies leitete zur Erfindung der selbstregistrirenden Barometer oder der Barometer in mechanischer Verbindung mit einem Uhrwerke. Es giebt gegenwärtig verschiedene Arten derselben, wovon das beste der sogenannte Barograph ist, der auf dem Observatorium in Kew verbessert wurde und auf den britischen meteorologischen Warten verwandt wird. Er lässt sich kurz als ein Normalbarometer beschreiben, welches seine Veränderungen Tag und Nacht abphotographirt, wobei das photographische Papier durch ein Uhrwerk ununterbrochen vor dem Barometer vorbeigeführt wird. Solche täglichen Barogramme gestatten, den Stand des Quecksilbers im Barometer für jeden gewünschten Augenblick abzumessen. Die reducirte Curve wird in den Quarterly Weather Reports vollständig veröffentlicht; die Reduction selbst aber geschieht durch bewunderungswürdige Verbindung wissenschaftlicher Apparate und grosser Geschicklichkeit. Die auf solche Weise für jede Stunde des Tages abgeleiteten Barometerstände setzen uns in den Stand, die täglichen Schwankungen des Luftdruckes zu erkennen; die Mittel der täglichen Werthe geben die monatlichen Durchschnittsstände, welche ihrerseits die Schwankungen im Laufe des Jahres anzeigen, und schliesslich liefern die monatlichen Werthe das jährliche Mittel.

Was die täglichen Schwankungen anbelangt, so zeigen sie gewöhnlich zwei Maxima und zwei Minima, sie sind am grössten und regelmässigsten in den tropischen Ländern, sie werden geringer mit zunehmender geographischer Breite und ebenso mit wachsender Höhe über dem Meere. Ihre Zeitdauer variirt mit dem Orte und

der Jahreszeit. In den Polarregionen verschwinden sie fast gänzlich. In tropischen und gemässigten Regionen sind die Zeiten der Maxima und Minima annähernd 9 Uhr Vormittags und Nachmittags und 3 Uhr Vormittags und Nachmittags. In den Tropen ist die Erscheinung der barometrischen Schwankungen so regelmässig, dass Humboldt bemerkte, man könne die Tageszeit nach denselben bis auf 17 Minuten bestimmen. Erinnert man sich, dass dies der Betrag der Zeitgleichung während einiger Monate ist, wird ihre Periode identisch mit dem Sommertage, oder die Ursache der täglichen Schwankungen im barometrischen Druck muss in der Sonnenwirkung gesucht werden. Nun hebt und senkt die Sonnenwärme den Schwerpunkt der Atmosphäre jeden Tag über jedem Meridian; aber dies würde nur eine einfache, keine doppelte Periode erzeugen. Die Wirkung der Sonne muss daher indirect sein, sie muss durch ein vermittelndes Agenz wirken. Diese vermittelnde Kraft ist wahrscheinlich der Wasserdampf, der stets in der Atmosphäre vorhanden ist, der stets wechselt, jetzt unsichtbares Gas, dann sichtbarer Dunst ist, dann herabfällt als Wasser. Wässeriger Dunst, sichtbar oder unsichtbar, hat eine grössere Absorptionskraft für leuchtende Wärme als trockene Luft. Sowie die Tageswärme zunimmt, steigt der Dampf schneller. Je mehr sich derselbe ausbreitet, desto mehr Sonnenstrahlen hält er auf, so dass seine Spannungskraft zunimmt bis zum heissesten Augenblicke des Tages. Nach diesem nimmt er ab: er hat thatsächlich ein Maximum und ein Minimum, die ganz genau mit der täglichen Temperaturcurve übereinstimmen. Die trockene Luft für sich hat hingegen ein Minimum des Drucks um Mittag, wenn sie am meisten aufgelockert ist, und ein Maximum um Mitternacht, wenn sie am meisten verdichtet

erscheint. Die Zusammenwirkung der beiden Perioden. der Ausdehnung des Dunstes und der trockenen Luft geben die doppelte Periode der barometrischen Säule. Diese Theorie wurde von Dove in Anregung gebracht und von Sabine unterstützt. Man hat geäussert, keine wissenschaftliche Theorie dürfe als vollkommen betrachtet werden, bevor dieselbe nicht so klar sei, dass man sie dem ersten besten Menschen auf der Strasse erklären könne. Nun, diese Theorie gestattet gewiss eine hinlänglich einfache Erklärung und jeder kann sie dem ersten besten Menschen auf der Strasse zu beiderseitiger Zufriedenheit aus einander setzen. Die Curve der Dunstausdehnung für Toronto ist sehr einer Curve der täglichen Temperatur ähnlich. Sie hat ein Maximum ungefähr um die heisseste Zeit des Tages, und ein Minimum ungefähr um die kälteste; die Curve des täglichen Druckes der trockenen Luft ist ähnlich, aber umgekehrt, das Minimum tritt um die heisseste und das Maximum um die kälteste Zeit des Tages ein. Verbindet man die Ordinate der beiden Curven, so ist das Ergebniss die barometrische Curve, welche eine doppelte Periode aufweist, zwei Maxima und zwei Minima, um ungefähr 10 Uhr Vormittags und Nachmittags und resp. 4 Uhr Vormittags und Nachmittags. Begeben wir uns jetzt nach der Insel Ascension, so ist der Fall verändert. Wir haben auch hier eine doppelte Periode für die täglichen Barometerschwankungen, doch der Dunstdruck und der trockene Luftdruck aus der sie zusammengesetzt ist, zeigen beide gleichfalls eine doppelte Periode. Solche Fälle werfen die Theorie vollständig über den Haufen. Das tägliche Schwanken des Dunstdruckes stimmt nicht immer und überall mit der einfachen Oscillation überein. Das capriciöse Benehmen des Dunstes ist, wenn man es überlegt, gar nicht im Ein-

klang mit einer solchen Theorie; jede Wolke am Himmel ist ein sichtbarer Protest dagegen. Es bleibt noch eine Hypothese aufzustellen, welche die täglichen Schwankungen des Barometers in allen Jahreszeiten und an allen Orten erklärt.

Auf den ausgehängten Karten sind die meteorologischen Curven der täglichen Schwankungen für Toronto und für die Insel Ascension dargestellt und die nachfolgende Tabelle enthält die Angaben, aus denen sie geschöpft sind. Die Temperaturcurven sind nicht wiedergegeben, jedoch ergiebt sich leicht, dass in Toronto nicht nur die Curve der täglichen Schwankungen des Dunstdruckes dem Gange der täglichen Temperatur folgt, sondern auch die der Windrichtung, und es dürfte scheinen, als ob die Curve der Windstärke von gleichem Charakter sei, dass sie nämlich um den heissesten Theil des Tages ein Maximum erreicht und zu einem Minimum um den kältesten Theil der Nacht herabsinkt. Auf der Insel Ascension, obgleich der Dunstdruck dort viel grösser ist wie in Toronto, ist die Variation derselben geringer und ihre tägliche Curve hat zwei Maxima und zwei Minima. Die plötzliche Biegung der Curve des Drucks der trockenen Luft um 11 Uhr Vormittags, scheint auf einem Irrthum, entweder in den Beobachtungen, oder in den Reductionen, zu beruhen, da die Natur niemals in solcher Weise handelt. Und was weiter die Windrichtung betrifft, ist dieselbe so beständig, dass sie kaum eine tägliche Schwankung zeigt. Die Stärke des Windes weist jedoch unbezweifelt die gleichen Züge täglicher Schwankungen auf wie in Toronto.

Die jährlichen Barometerschwankungen sind nicht so gut definirt als die täglichen, obgleich sie ohne Zweifel ebenfalls von dem Wasserdampfe abhängen, da sowohl

Tägliche Schwankungen des Barometers, des D
sultante der W

I. Toronto, vom 1. Juli 1842 bis zum 30. Juni 1848, sechs J

Toronto					
Stunde Vormittag	Barometer engl. Zoll	Ausdehnung des Dunstes engl. Zoll	Druck der trocknen Luft engl. Zoll	Resultante d Windes	
				Richtung	Stä engl.
1	29,615	0,239	29,376	N. 40° W.	2,3
2	29,615	0,236	29,380	40	2,3
3	29,615	0,233	29,382	39	2,2
4	29,616	0,231	29,385	39	2,1
5	29,621	0,230	29,391	38	2,1
6	29,631	0,238	29,393	40	2,2
7	29,639	0,249	29,390	42	2,2
8	29,646	0,260	29,386	48	2,2
9	29,648	0,270	29,379	63	2,2
10	29,648	0,277	29,371	80	2,1
11	29,641	0,283	29,359	96	2,3
12	29,629	0,287	29,342	103	2,6
Nachmittag					
1	29,618	0,288	29,330	103	2,7
2	29,608	0,288	29,321	101	2,7
3	29,605	0,286	29,309	90	2,5
4	29,603	0,284	29,320	77	2,6
5	29,604	0,282	29,323	70	2,4
6	29,608	0,275	29,332	64	2,4
7	29,611	0,266	29,345	59	2,3
8	29,616	0,259	29,258	56	2,3
9	29,620	0,254	29,366	51	2,3
10	29,620	0,248	29,372	48	2,3
11	29,620	0,244	29,376	46	2,2
12	29,616	0,243	29,373	43	2,2
Mittel	29,621	0,260	29,361	62	2,1

;, des Druckes der trockenen Luft und der Re-
chtungen [1]).

cension, vom 1. Juli 1863 bis zum 30. Juni 1865, zwei Jahre.

Insel Ascension					
nde	Barometer	Ausdehnung des Dunstes	Druck der trocknen Luft	Resultante des Windes	
				Richtung	Stärke
aittag	engl. Zoll	engl. Zoll	engl. Zoll		engl. Meil.
1	29,977	0,645	29,332	S. 52° O.	23,2
2	29,965	0,642	29,323	52	23,2
3	29,959	0,641	29,318	52	23,5
4	29,959	0,641	29,318	52	23,5
5	29,967	0,642	29,325	52	23,9
6	29,977	0,644	29,333	52	25,0
7	29,988	0,645	29,343	51	26,2
8	30,000	0,643	29,357	51	28,0
9	30,008	0,640	29,368	51	29,1
10	30,006	0,635	29,371	51	29,4
11	30,002	0,631	29,371	51	29,7
12	29,983	0,632	29,351	51	29,7
hmittag					
1	29,966	0,632	29,334	49	30,8
2	29,950	0,633	29,317	49	31,2
3	29,940	0,636	29,304	49	30,7
4	29,938	0,636	29,302	49	30,5
5	29,944	0,639	29,305	49	29,1
6	29,955	0,645	29,310	50	28,3
7	29,970	0,646	29,324	50	26,3
8	29,985	0,648	29,337	51	26,2
9	29,996	0,650	29,346	52	25,8
10	30,002	0,649	29,353	52	25,0
11	30,000	0,648	29,352	52	24,5
12	29,991	0,648	29,343	52	23,9
Mittel	29,976	0,641	29,335	51	26,7

Die Winde von Toronto sind Ergebnisse aus den Jahren
bis 1859.

die trockene Luft wie der Wasserdampf von dem jährlichen Lauf der Sonne beeinflusst werden. Es ist eine Curve von einer einfachen Periode; das Maximum kommt im Winter, das Minimum im Sommer vor. Die Schwankungen des Barometers wurden zuerst im Jahre 1666 durch Dr. Beale beobachtet, und die Natur und die Ursachen derselben haben seitdem beständig die Aufmerksamkeit der Naturforscher in Anspruch genommen. Zu Anfang dieses Jahrhunderts wurden unsere Kenntnisse über dieselben in den verschiedenen Erdtheilen durch Humboldt, Ramond, Bravais, Kaemtz, Forbes und Sabine bedeutend vermehrt. Man hat verschiedene Hypothesen aufgestellt, um dieselben zu erklären, doch keine hat die Probe der Erfahrung bestanden, und der ganze Gegenstand steht noch der weiteren Erforschung offen. Unglücklicherweise sind die Beobachtungen in der Form, wie die Untersuchungen sie verlangen, sehr spärlich. Da man allgemein zugiebt, dass der Dunstdruck eine wichtige Rolle bei dem Phänomen spielt, sollte besondere Sorgfalt darauf verwendet werden, denselben gleichzeitig mit dem Barometer zu messen und correlativ zu behandeln. Dies geschieht jedoch zu selten; die besten Observatorien vernachlässigen einfach diesen wichtigen Zweig der Forschung. Es liegt noch ein Umstand vor, der seit den letzten fünfzig Jahren dazu beigetragen hat, den Eifer der Forscher, der Rechner und der Beobachter abzuschwächen, und dies ist die mathematische Maschinerie, in der man diesen Gegenstand durchzumahlen pflegte. Diese langen mathematischen Entwickelungen haben zu einem solchen Zustande von Mysticismus geführt, dass viele Meteorologen der Ansicht sind, ihre Beobachtungen gewännen thatsächlich, wenn sie dieselben jene Mühle passiren liessen. Solche Kraft kann keiner mathe-

matischen Formel innewohnen; wenn auch eine solche, gewissermaassen wie ein Schmuckkästchen, den Geist des Riesen umschliessen kann, der hier durch eine ungeheure Zahlenreihe dargestellt ist. Ich will nicht sagen, dass Formeln für cyclische Phänomene nutzlos sind, doch ich rathe Vorsicht in der Anwendung derselben an. Nur die, welche in dieser Mühle gearbeitet haben, kennen die Reibung, die Arbeit und die Zeit, die der Vorgang erfordert, statistische Werthe in Formeln zu übertragen und umgekehrt; während die Aufstellung der Statistik so viel mehr Noth thut, um das Problem zu lösen, wodurch die periodischen Schwankungen des Barometers verursacht werden.

Lassen Sie uns jetzt zu der geographischen Vertheilung des Druckes übergehen. Zunächst muss ich bemerken, dass, soweit es das Land betrifft, kein Fortschritt unserer bezüglichen Kenntnisse gemacht werden konnte, bis genaue Barometer in Anwendung kamen und eine correcte Methode, die Ablesungen derselben auf den Meeresspiegel zu reduciren, angewandt wurde. Nachdem diese Bedingungen erfüllt sind, lassen sich Barometerbeobachtungen, die an verschiedenen Orten gemacht werden, auf zwei Weisen vergleichen. Zuerst müssen diese alle im gleichen Zeitpunkte angestellt werden; dies ist die synchronistische Methode. Zweitens können sie regelmässig auf jeder Station, zu jeder gegebenen Stunde angestellt und die monatlichen Werthe derselben abgeleitet werden, indem man nöthigenfalls eine Correction für tägliche Schwankungen anwendet. Die synchronistische Methode wird bei der Bearbeitung der täglichen Witterungsberichte befolgt, die gegenwärtig von den meisten Regierungen veröffentlicht werden. Unsere eigenen officiellen Witterungsberichte sind auf Beobachtungen be-

gründet, die an ungefähr 40 Stationen an den Küsten der britischen Inseln und der angrenzenden Meere um 8 Uhr Vormittags nach Greenwicher Zeit, angestellt werden. Nachdem die Barometerbeobachtungen auf 32° F. (also 0° C.) und den Meeresspiegel reducirt sind, werden Isobaren daraus abgeleitet. Eine Isobare ist eine Linie, welche die Orte berührt, die in einem bestimmten Zeitmomente gleiche Barometerstände aufwiesen.

Man ersieht aus dem Laufe dieser Isobaren, dass der Wind ungefähr längs den Isobaren weht und dabei stets den niedrigeren atmosphärischen Druck auf der linken Seite seines Laufes hat, und dass die Stärke des Windes um so grösser ist, je näher die Isobaren zusammen liegen. Wenn man eine Linie rechtwinkelig zu einer Isobare zieht, eine Entfernung von 60 Seemeilen abmisst und die Unterschiede der Barometerablesungen an den Endpunkten dieser Distanz feststellt, so wird dies ein Gradient genannt. Je grösser der Gradient, um so grösser ist die Kraft des Windes. Auf Grund der officiellen Witterungsberichte wurden zuerst von Admiral Fitz-Roy Vorherbestimmungen des Wetters gemacht. Dieselben blieben während einiger Jahre ausgesetzt und sind erst kürzlich wieder in bescheidenerer Weise aufgenommen worden. Lassen Sie uns versuchen, zu ergründen, wie das Barometer uns zu diesen Vorherbestimmungen verhilft. Ich möchte nicht, dass man auch nur einen Augenblick glauben könne, ich wolle sagen, der durch das Barometer angezeigte atmosphärische Druck verursache Wind; ich würde entschieden den Fall umgekehrt stellen. Jedoch sind die Angaben des Barometers weit genauer als blosse Schätzungen der Richtung und der Stärke des Windes, folglich werden die Isobaren Exponenten des Windes. Gesetzt, die Lage der Isobaren ist

bekannt, so kann man die Windrichtungen daraus herleiten und umgekehrt. Nun würden wir, um unsere Aufmerksamkeit auf etwas Bestimmtes zu richten, falls wir sicher wären, dass die Isobaren, die sich an irgend einem Morgen ergeben, die gleichen am nächsten Morgen seien, sofort eine Witterungsaussicht für mindestens 24 Stunden im Voraus haben; und wenn uns bekannt wäre, wie die Isobaren morgen früh verlaufen würden, so wüssten wir, wie sich der Wind in der Zwischenzeit drehen müsste und wir hätten somit eine Vorherbestimmung. Dies, werden Sie einsehen, kann nur geschehen, indem man sich auf das Maass der Veränderungen verlässt, welches in den verschiedenen Barometern vor sich geht. Nun finde ich, dass sich die mittlere Dauer des Steigens und Fallens des Barometers in unseren Breiten auf zwei Tage beläuft. Ungefähr 75 Proc. derselben nehmen länger als 24 Stunden in Anspruch, in ausnahmsweise langen Pausen gleicher Winde und gleicher Witterung können sie 6 bis 11 Tage in Anspruch nehmen. Nimmt man daher an, die Bewegung des Barometers würde 11 Tage andauern, so könnte man für jene Zeitdauer eine Vorherbestimmung machen. Indessen sind die Aussichten, dass die wirkliche Witterung damit übereinstimmen werde, nur sehr gering. Die Chancen einer ziemlich genauen Voraussage für einen Tag belaufen sich auf nicht mehr als 75 zu 100. In Greenwich fanden sich im Jahre 1876 die nichtperiodischen Schwankungen des Barometers wie folgt:

Monat	Mittlere Dauer vom				Längste Dauer vom			
	Min. zum Max.		Max. zum Min.		Min. zum Max.		Max. zum Min.	
	Tage	Stunden	Tage	Stunden	Tage	Stunden	Tage	Stunden
Januar	1	8	0	23	4	14	2	9
Februar	1	12	2	6	1	21	4	1
März	2	18	1	14	7	22	3	20
April	1	17	1	19	4	4	4	1
Mai	1	17	2	1	3	9	4	19
Juni	1	16	2	2	3	17	4	20
Juli	2	6	2	18	3	16	5	0
August	2	0	1	20	4	5	4	8
September	1	12	2	19	3	11	9	20
October	1	14	1	20	3	8	4	3
November	1	10	1	12	3	18	4	4
December	2	4	2	10	5	21	5	16
Jahr	1	19	2	0	7	22	9	20

Im Jahre 1859 schrieb Maury, dass eine der grossen praktischen Fragen des Zeitalters ein tägliches System von Witterungsberichten zwischen Europa und Amerika sei. Wir haben dieses noch nicht errungen. Seit Kurzem hat jedoch der New-York Herald uns freundlichst Warnungen vor Stürmen zukommen lassen, die auf ihrem Wege über den Atlantischen Ocean sind. Es ist noch nicht genügend erwiesen, dass Stürme von Amerika nach Europa jemals thatsächlich den Atlantischen Ocean überschreiten. Trotzdem lohnt es der Mühe, nachzuforschen, wie unsere amerikanischen Freunde die Sache angreifen. Sie sind nicht sehr geneigt, sich in die Karten blicken zu lassen, wie man zu sagen pflegt; jedoch lässt sich errathen, wie sie es machen. Sie haben rührige Agenten, die Auszüge aus den Logbüchern der Dampfschiffe, sofort bei deren Ankunft in New-York, anfertigen und vermittelst dieser Auszüge können sie alle Stürme nachrechnen, die in unseren Breiten vorkommen. So mag es sich oft treffen, dass wir durch den Herald Nachrichten über Stürme erhalten, bevor diese Zeit gehabt haben, das westliche Europa zu erreichen. Der Herald befördert die Nachricht sofort per Telegraph. Das Telegramm erreicht uns sicher und schnell, und der Sturm, falls derselbe nicht inzwischen verschwindet, kommt bald nachher.

Man hat monatliche Durchschnitte des atmosphärischen Druckes berechnet, für die Orte an denen barometrische Beobachtungen angestellt worden sind; doch so lange dieselben in den eigenen Observatorien oder Berichten verborgen bleiben, lässt sich ihr Werth nicht in seiner vollen Ausdehnung ermessen. Buchan hat die schwierige Aufgabe unternommen, dieselben aus jeder bekannten Quelle zusammenzutragen. So haben annähernd an 400 Orte Daten geliefert, aus denen er

monatliche isobarische Karten der Erde, sowie eine Karte ihrer jährlichen Werthe anfertigte. Wie Atlas hat er die Welt auf seine Schultern genommen und sie mit isobarischen Linien umgürtet. Es können hier nur die allgemeinen Ergebnisse dieser grossartigen Arbeit erwähnt werden. Während der Monate December, Januar und Februar ist der atmosphärische Druck grösser auf der nördlichen als auf der südlichen Halbkugel und das Umgekehrte findet statt während der Monate Juni, Juli und August. Das ganze Jahr hindurch ist derselbe am niedrigsten über dem antarktischen Ocean und beträgt ungefähr 29 engl. Zoll. In der Hemisphäre, in welcher der Winter herrscht, liegt der höchste Druck über dem Lande; je grösser das Festland, um so stärker der Druck. In der Halbkugel, in welcher der Sommer herrscht, liegen die niedrigen Drucke über dem Lande, die hohen über dem Ocean. Einige der bemerkenswerthesten Gebiete hohen und niedrigen Druckes sind die folgenden:

Periode	Lage	Druck
		engl. Zoll
December, Januar, Februar	Island	29,4
	50° N. 170° W.	29,6
	50° N. 100° O.	30,4
	0° N. bis 40° S.	30,0
Juni, Juli, August	40° N. 90° O.	29,5
	30° N. 40° W.	30,2

Während der Monate März, April und Mai ist die Vertheilung gleichmässiger, mit einer Neigung zur Ab-

nahme über Indien und dem tropischen Afrika, zur Zunahme aber über der südlichen Halbkugel, hauptsächlich über dem dortigen Festlande. Während der Monate September, October und November geht der Process der Ausgleichung in entgegengesetzter Richtung, wie die eben beschriebene, vor sich.

Schon lange ist bekannt, dass, sobald man aus hohen Breiten zum Aequator hingelangt, der atmosphärische Druck gegen die Tropen hin zu- und nach dem Aequator hin abnimmt. Buchan's Forschungen setzen uns in den Stand, eine allgemeine Ansicht des Gegenstandes zu gewinnen und nachzuforschen, in welcher Beziehung die Vertheilung des Druckes zu den Systemen der Passatwinde, der Monsune und der veränderlichen Winde steht. Um kurz zu sein, will ich nur bemerken, dass die Isobaren, übereinstimmend mit dem allgemeinen Gesetze, mit den herrschenden Winden in Beziehung stehen.

Nach der Entdeckung des allgemeinen Windgesetzes und seiner Beziehung zur Vertheilung des atmosphärischen Druckes, hat es nicht an Versuchen gemangelt, dasselbe in eine allgemeine mathematische Formel zu bringen. Der befähigtste Mathematiker, der sich bis jetzt mit diesem Gegenstande beschäftigt hat, ist Ferrel in Amerika. Everett in Irland, Hann in Oesterreich, Mohn in Norwegen sind in die Fusstapfen Ferrel's getreten und auch Laughton hat über den Gegenstand geschrieben. Man könnte sie die Vertreter der centrifugalen Theorie der atmosphärischen Circulation und Vertheilung nennen. Sie glauben offenbar mit Newton: „Die ganze Schwierigkeit der Philosophie scheint mir in der Erforschung der Naturkräfte aus dem Phänomen der Bewegung

und in der Lieferung des Nachweises zu liegen, dass aus diesen Kräften andere Phänomene erfolgen. Ich wünschte, dass sich alle anderen Naturphänomene ähnlich aus mechanischen Principien herleiten liessen.“ Die einfachste Form, in die ich Ferrel's Schlussformel bringen kann, ist diese:

$$G = \left(\frac{\cdot 524 \, sin \, l + \frac{v}{r} \, cos \, l}{281 \, cos \, l}\right) v \, \frac{P}{P_1},$$

wo G den Gradient auf 60 Seemeilen (1° des Aequators); l die Breite; v die Geschwindigkeit des Windes in Meilen pro Stunde; r den Krümmungsradius der Isobaren; $P P_1$ den atmosphärischen Druck am Orte der Beobachtung beziehentlich am Meeresspiegel bezeichnen. Wenn der Ort an, oder nahe dem Meeresspiegel liegt, so ist $P = P_1$ und dieser Factor verschwindet. Der barometrische Gradient wird so zu einer Function, nicht allein der Geschwindigkeit des Windes, sondern auch der Neigung der Windrichtung gegen die Isobaren, des Krümmungshalbmessers der Isobaren und der Breite. Unglücklicher Weise übersteigen indess die theoretischen Werthe von G, welche die Formel liefert, bedeutend die thatsächlichen. Wir haben daher noch eine zufriedenstellende Formel zu finden. Inzwischen wird es ohne viele Klügelei nützlich sein, einen sehr einfachen Modus zu besitzen, Gradienten in Windstärke umzusetzen, wie sie durch Beaufort's Scala bestimmt ist, oder umgekehrt und zwar für die britischen Inseln. Derselbe wird sich für alle praktischen Zwecke correct genug erweisen, Wind und Wetter und die kommenden Veränderungen auch an anderen Orten zu beurtheilen. Jedes Hundertstel eines Zolles des barometrischen Gradienten in 60 Meilen, kann als gleichbedeutend mit einem Grade von Beaufort's Scala der

Windstärke angenommen werden, so dass für 0,01 die Stärke 1 ist; für 0,07, 7; für 0,10, 10 u. s. w.

Ich bin der Meinung, dass man so lange keinen zufriedenstellenden Ausdruck für den barometrischen Gradienten erreichen wird, bis unsere Meteorologen die Correction der barometrischen Beobachtungen wegen der Schwere feststellen. Das Quecksilberbarometer giebt allerdings als eine Gleichgewichtswage das Gewicht der Luft überall an, doch zeigt es nicht den absoluten statischen Druck, wie es eine Feder, wie es das Aneroidbarometer thun würde, wenn dieses ein Instrument von Präcision wäre. Dies ist der Schwere zuzuschreiben, welche bedeutender an den Polen als an dem Aequator, bedeutender am Meeresspiegel als über demselben ist. Für die geographische Breite und die Höhe lässt sich leicht eine Correction anbringen, aber mir scheint, dass die Schwere nicht dieselbe sein kann über tiefen Meeren und seichten Gewässern, an den Küsten und zwischen Inseln, selbst bei gleicher geographischer Breite, während sie auf einem Berge und in einem Ballon in gleicher Höhe verschieden sein muss, wenn auch die Breite die gleiche ist. Bis wir etwas Bestimmtes über diesen Gegenstand wissen, wäre es vielleicht besser, wir liessen die Correction des Barometers wegen der Schwere vollständig auf sich beruhen.

Ich erwähnte, dass das Barometer an und für sich kein Wetterorakel sei und ich behaupte gleichfalls, dass das Gesetz des Druckes mit Bezug auf den Wind kein Mittel zu einer Wetterprognose an die Hand giebt. Es lenkt nur die Aufmerksamkeit auf die Gebiete hohen oder niedrigen Druckes, aber die Witterungsveränderungen, welche im Gefolge derselben sind, können nur an deren Ausdehnung und den Gradienten abgemessen werden, oder entweder 1) an der Geschwindigkeit und

Richtung der Fortbewegung und 2) der Geschwindigkeit der Drehung des Windes; oder 3) an der Geschwindigkeit der barometrischen Veränderungen. Die beiden letzteren können entweder für einen Ort, oder für verschiedene entfernte Orte gelten. Das Problem hat auf diese Weise eine grosse Mannigfaltigkeit, doch im Allgemeinen kann es so ausgedrückt werden: Es ist gegeben barometrischer Druck, Wind und Wetter an einem Orte, oder in einer Region, in einem bestimmten Augenblick; man soll nun die Veränderungen während eines nachfolgenden Intervalles etwa einem Tage oder zweier Tage schätzen. Dabei muss entweder die Translation der Luft, die Drehung des Windes oder die Veränderung des Druckes als für die Zwischenzeit bekannt vorausgesetzt werden, dann ergiebt sich alles Uebrige von selbst. Wir können hier nicht auf Einzelheiten eingehen. Translation, Drehung und Richtung oder nur zwei derselben vorauszusetzen, wäre zu viel vorausgesetzt; sie schliessen einander ein. Auch muss Sorge getragen werden, keine zu grosse Geschwindigkeit anzunehmen; so ist z. B. 135° für die Drehung ein übermässiger Betrag, der keinen Spielraum für Irrthümer in der Abschätzung der Erfolge an irgend einem Orte lässt. Mit einem solchen Kriterium, auch in seiner legitimen Grenze, würde man sich einem Chaos von Cyclonen innerhalb weniger Breiten- und Längengrade anpassen. Da sich der atmosphärische Druck am schärfsten messen lässt, so wird der Betrag der Veränderungen vielleicht am besten in dessen Einheiten ausgedrückt.

Was die jährlichen Barometerstände betrifft, so ist für dieselben noch keine Periodicität festgestellt worden. Mir scheinen sie die genauesten Daten zu gewähren, für eine Untersuchung des Einflusses, den der periodische

Wechsel in der Häufigkeit des Auftretens der Sonnenflecken auf das Wetter ausübt. Es sind mir übrigens keine Gründe a priori bekannt, die jene Theorie unterstützten, und ich betrachte die grosse Arbeit, die aufgeboten wird, um dieselbe aufrecht zu erhalten, für sehr übel angewandt und die ganze Sache als verfehlt, sobald man sie auf solchen Pfaden verfolgt wie Niederschlag, Ablesungen am Thermometer mit geschwärzter Kugel etc. In einer der letzten Nummern der „Nature“ befindet sich ein Artikel über diesen Gegenstand von Broun, der eines aufmerksamen Studiums werth ist. Nur möchte ich bemerken, dass, falls es bewiesen werden sollte, dass das Maximum der Sonnenflecken mit einem barometrischen Minimum und das Minimum der Sonnenflecken mit einem barometrischen Maximum in Indien zusammenfällt, alsdann eine Region oder vielmehr Regionen existiren müssen, wo dieses Gesetz umgekehrt ist, denn sonst hätten wir während gewisser Jahre bei uns eine Verminderung der Atmosphäre und ebenso in anderen eine Vermehrung derselben in Betracht zu ziehen.

Wenn es die Zeit gestattet hätte, würde ich Ihnen gern meine, auch von anderen Meteorologen getheilten Ansichten aus einander gesetzt haben, dass statistische Ergebnisse dazu beitragen, zu zeigen, es bestehe eine Beziehung zwischen den meteorologischen Elementen, sowohl synoptisch als statistisch betrachtet, d. h. sowohl in Beziehung auf die geographische Vertheilung wie mit Bezug auf eine einzelne Station, und dass deshalb der Schlüssel zu meteorologischen Voraussagungen in dem Vorherwissen irgend einer derselben besteht.

Indem ich das Barometer von seiner Erfindung bis zu seiner heutigen Vervollkommnung gezeichnet, und die Belehrungen, welche es uns gegeben, aufgezählt habe,

glaube ich, wie ungenügend und unvollkommen dies auch geschehen sein mag, gezeigt zu haben, wie Kenntnisse einer gewissen Art gesammelt, combinirt und formulirt worden sind. Nun nenne ich Kenntnisse, die methodisch auf eine gewisse Ordnung zurückgeführt sind, Wissenschaft. Wenn Sie der gleichen Meinung sind, so stimmen wir darin überein, dass wir uns heute mit einer Wissenschaft beschäftigt haben. Und ich meinestheils sage, nicht mit einer kindlichen, sondern mit einer stets wachsenden Wissenschaft, die in hohem Maasse die allgemeine Aufmerksamkeit verdient, da unser aller Gesundheit, Wohlbehagen und Gedeihen mehr davon berührt wird wie von irgend einer anderen Wissenschaft.

[M]ETEOROLOGISCHE VORLESUNGEN.

VIERTE VORLESUNG

VON

W. CLEMENT LEY.



Wolken und Wetterzeichen.

Kein Zweig der Meteorologie befindet sich in einem weniger befriedigenden Zustande als derjenige, über den ich gegenwärtig zu Ihnen zu sprechen habe. In den vorhergehenden Vorträgen wurden uns Gegenstände vorgeführt, die in der allerneuesten Zeit bedeutende Fortschritte erfuhren. Die meteorologischen Instrumente eilen, durch ihre sinnreiche mechanische Einrichtung, ihre Empfindlichkeit und ihre richtige Anordnung, rasch der Vollkommenheit entgegen; und wenn auch immer ein weiter Spielraum für Erörterungen bleibt, auf welche Weise wir aus unseren Instrumenten den grössten Nutzen ziehen können, und mehr noch über die wahre Bedeutung der empfangenen Lehren, so ist doch alle Aussicht auf eine baldige Uebereinstimmung in diesen Punkten vorhanden. Im letzten Vortrage wurde Ihnen ein Gegenstand vorgeführt, in Bezug auf welchen man Fortschritte noch interessanterer Art gemacht hat. Die Sturmgesetze sind ein sehr anregendes Thema und haben sich für die Thätigkeit der wissenschaftlichen Einbildungskraft schon oft nur zu anregend erwiesen. Wir fühlen, dass eine voll-

ständige Theorie der Bewegungen der Atmosphäre erreichbar ist, dass die Probleme, welche eine solche Theorie darbietet, nicht ausserhalb des Bereichs der menschlichen Forschungen liegen, und dass wir thatsächlich kühne, wenn auch etwas gewagte Angriffe auf die Lösung dieser Probleme machen. Ich fürchte, Sie werden ein Gefühl der Enttäuschung empfinden, wenn Sie von dem Gegenstande, welchen ich eben erwähnte, zu dem übergehen, der uns nun beschäftigen wird, zu dem Thema der Wolken und Wetterzeichen. Wir finden uns da plötzlich einem Gegenstande gegenüber, über dessen Fortschritt sich verhältnissmässig wenig und nur Ungenügendes berichten lässt. Mir bangt fast, dass im Verlaufe meines Vortrages Ihre Gedanken denen gleich kommen werden, die uns bei dem Anblick eines altmodischen Pfluges mitten zwischen den landwirthschaftlichen Geräthen auf der Pariser Ausstellung erfassen, eines Pfluges, beinahe so einfach noch wie in den Tagen Pharao's. Ein ganz ländlicher, veralteter Hauch umschwebt den Gegenstand der Wetterprognosen: die Anzeichen, die aus Wolkenhüllen, seien es nun Tag- oder Nachtwolken, hergeleitet werden, aus steigenden und sinkenden Nebeln, aus Morgen- oder Abendregenbogen; und unwillkürlich gemahnt es uns an die Prophezeiungen alter Schäfer. Wir scheinen zurückzugehen auf die Tage von Aratus und Virgil; und leider bin ich zu dem Eingeständnisse gezwungen, dass sich Aratus und Virgil, hinsichtlich der aus Wolkenbeobachtungen hergeleiteten Wetterzeichen, ungefähr auf demselben Standpunkte mit einigen Meteorologen der Jetztzeit finden dürften. Dennoch hoffe ich, in dem Maasse als wir weiter vorwärts dringen, Ihnen nicht nur zu zeigen, dass die Anwendung wissenschaftlicher Principien ein interessantes Licht auf beson-

dere Phänomene wirft, die unser Gegenstand umschliesst, sondern (und dies wird mein hauptsächlichstes Bestreben sein) ich hoffe auch, Ihnen anzudeuten, was mir als die unklaren Umrisse einer zukünftigen Wissenschaft des Wolkenreiches erscheint. Jene Wissenschaft, ich gestehe es von vorn herein, ist mir gänzlich unbekannt, doch wenn ich, ohne dasselbe befriedigen zu können, Ihr Interesse dafür wachrufen kann, wenn es mir vor allem gelingen sollte, in Anderen das Vertrauen zu erwecken, welches ich selbst in die schliessliche Vollendung dieser Wissenschaft setzte, so wird unser Zusammensein heute doch nicht ganz ohne Nutzen gewesen sein.

Es dürfte unseren Weg ebnen, wenn ich schon gleich zu Beginn eines Hindernisses bei unserem Vordringen in diesen Zweig der Wissenschaft erwähne, das aus der Natur der Sache selbst entspringt. Die Wolkenbeobachtung ist in grossem Maasse eine nicht mittheilbare Kunst. Ein scharfes Gesicht, gepart mit der Gewohnheit, Naturerscheinungen zu beobachten, sind natürlich die ersten Erfordernisse. Hierzu muss ein specielles Interesse für diesen besonderen Gegenstand und die Leichtigkeit der Beobachtung kommen, die aus einem, in frischer Luft und in günstiger Lage verbrachten Leben entspringt (ich brauche wohl kaum zu sagen, dass die Nähe eines Londoner Nebels höchst ungünstig ist). Fischer, Seeleute etc., deren Beruf sie meist im Freien hält und der auch eng mit den Veränderungen des Wetters verknüpft ist, eignen sich als Individuen eine gewisse Gewandtheit in dieser Kunst an. Sie ist zum grössten Theil eine reine Uebung des Auges und kann nicht durch Unterweisung auf Andere übertragen werden. Meine eigenen frühesten Erinnerungen sind die, dass ich zu den Wolken emporgeblickt und mir kindliche Ideen über die Ursache ihrer Gestalt und ihrer

Bewegung gebildet, und dass ich gescholten worden, weil ich mich zu diesem Zwecke jedem Wetter aussetzte. Die Neigung war tief eingewurzelt und bis zu dem heutigen Tage habe ich nahezu den zwölften Theil meines wachen Daseins in jener Beschäftigung verbracht. Ich vermag jetzt, wenn nur der Gipfel einer Wolke in einer Entfernung von 40 engl. Meilen am fernen Horizonte sichtbar wird, mit nie irrender Gewissheit anzugeben, ob aus der unteren Fläche jener Wolke Regen fällt. Ich kann gleichfalls, aus langer Gewohnheit die Bewegungen der Federwolken zu beobachten, auf den ersten Blick eine Bewegung dieser Wolken entdecken, welche von den meisten Beobachtern, nachdem sie Minuten lang regungslos gestanden, um sie zu betrachten, nicht wahrgenommen wird. Und wenn ich in einer wolkenlosen Nacht zum Monde blicke, sehe ich immer seine Bewegung durch den Himmel hindurch. Dies ist eine reine Schulung des Auges, ähnlich derjenigen, welche den Indianer befähigt, die Fussspuren eines wilden Thieres auf dem gefallenen Laube zu verfolgen, während wir nicht den schwächsten Abdruck einer Fussspur entdecken; oder vermittelst derer der afrikanische Farmer vom Orange-Freistaat, wenngleich in anderer Hinsicht nicht besonders weitsichtig, in der Entfernung von fünf engl. Meilen ein Pferd von einem Ochsen unterscheiden kann. Anderseits bin ich mit Leuten zusammengekommen, die, nicht an das Studium der Wolken gewöhnt, im Betrachten von Wolkenschichten des allergeringsten Verständnisses für die Perspective ermangelten, die thatsächlich eine solide Haufenwolke betrachteten, als ob sie auf den Himmel gemalt sei, und die einen horizontalen Wolkenstreif, der sich fast vom Zenith bis zum Horizont erstreckte, für einen Streif hielten, der als eine geneigte Säule von der Erde aufstieg. Diese

Beispiele, die sowohl von Präcision wie von dem geraden Gegentheil zeugen, sind so extrem, dass sie fast possierlich erscheinen. Ungenauigkeit ist jedoch bei Wolkenbeobachtungen, besonders in Beurtheilung der Entfernung und Schätzung der relativen Höhe der Wolken, die Regel und nicht die Ausnahme. Z. B. wenn sich eine Federwolke oder eine fedrige Haufenwolke in grosser Höhe in einer rapiden oberen Strömung bewegt, während dünnere Wolken näher an der Erdoberfläche ganz oder doch fast ganz stationär sind, habe ich gefunden, dass eine grosse Anzahl Leute, die ich über den Gegenstand befragte, sagten, indem sie zum Himmel emporblickten, dass die erstgenannte Wolke die tiefer gelegene der beiden Schichten sei. Man findet, dass scharfe Beobachter, wie Forster, anscheinend in denselben Fehler verfallen. Selbst Künstler, von denen man erwarten dürfte, dass sie Gegenstände, die zu den grossartigsten und schönsten der Natur zählen, zu ihrem speciellen Studium machten, scheinen als eine bestimmte Klasse (sie mögen mir meinen Ausspruch vergeben) der Gewohnheit zuzuneigen, das Unmögliche in ihren Wolkenbildern darzustellen. Ich werde jedoch in wenigen Augenblicken wieder auf die Malerei, in Verbindung mit diesem Zweige der Meteorologie, zurückkommen. Inzwischen möchte ich hier nochmals die Nothwendigkeit eigner persönlicher Erfahrung in diesem besonderen Studium hervorheben und die Unmöglichkeit, die Kunst der Wolkenbeobachtung mitzutheilen.

Sie werden mir naturgemäss entgegnen, wir wünschen durchaus nicht, uns diese Kunst anzueignen; wir wollen die Erfolge der Beobachtungen. Es ist Sache des Specialforschers, uns nicht sowohl von den Schwierigkeiten seiner Arbeit zu reden, sondern uns einige von den Früchten derselben zukommen zu lassen. Ein Vor-

tragender über Mineralogie darf nicht die Zeit seiner Zuhörer dafür in Anspruch nehmen, sich über die Schwierigkeit, welche die Unterscheidung der verschiedenen Mineralien verursacht, zu verbreiten, sondern er muss die Unterschiede hervorheben und die Gesetze, mit welchen sie in Verbindung stehen. Hier liegt aber für uns die grosse Schwierigkeit. Ich kann Ihnen keine Muster der Gegenstände vorlegen, über die ich sprechen soll. Ich kann keine Feder- oder Haufenwolke hier an diesen Ort bringen, und dann die Eigenthümlichkeit derselben untersuchen und demonstriren. Und nicht nur das, ich vermag Sie nicht einmal auf eine Mustersammlung zu verweisen, die anderwärts, schön geordnet und etikettirt, Ihrer Prüfung wartete! Ebensowenig kann ich Sie zu Ihrer Belehrung auf specielle Wolkentypen verweisen, die auf den wohlbekannten Bildern unserer besten Künstler dargestellt sind, selbst nicht derjenigen Künstler, die viele Mühe auf ihre Wolkenstudien verwenden. Denn bei weitem die grösste Zahl verwendet diese Mühe nur, um, wie wir es nennen, „atmosphärische Effecte“ hervorzubringen; und zu diesem Zwecke liefern die vagsten, am wenigsten bestimmten und daher am wenigsten typischen Wolkengebilde das am leichtesten zu behandelnde Material. Doch wir dürfen den Künstler nicht tadeln, der für das Auge des grossen Publikums malt, dem eine Wolke als ein kameel-, ein wiesel- oder walfischförmiges Nebelgebilde erscheint und als nichts anderes. Auch fehlt mir die geschickte Hand des Zeichners, und ich darf nicht vorlegen, was mir als vollkommen zufriedenstellende Zeichnungen der am meisten unterschiedenen Arten erscheinen, doch werde ich Ihnen gleich Reproductionen von Bildern mit einigen besonderen Wolkentypen vorführen. Dazu be-

steht auch im Allgemeinen nach Ansicht der Beobachter überhaupt keine verlässliche Classification. Ich habe häufig gefunden, dass zwei ziemlich gute Beobachter zusammen nach einer Wolke blickten und getheilter Ansicht waren, zu welcher Gattung dieselbe gehöre. Endlich — und hier komme ich zu der, nach meiner Ansicht ernstesten Schwierigkeit von allen — ist die Benennung der Wolkenarten an sich selbst ungenügend, und es wäre verfrüht, wollte man jetzt versuchen sie umzugestalten. Luke Howard war ein sehr eingehender, scharfer Beobachter; doch zu seiner Zeit kannte man noch nicht die Gesetze, welche die Bewegung der Atmosphäre regeln. Die Unterscheidungen zwischen Cyclone und Anticyclone und die Beziehungen des Windes und des Wetters zu der Vertheilung des barometrischen Druckes waren vollkommen unbekannt. Ich hoffe Ihnen jetzt zeigen zu können, dass dies Elemente sind, mit denen sowohl die Gestalt wie die Bewegungen der Wolken im innigsten Zusammenhange stehen; und eine Classificirung, die keine Rücksicht auf diesen Zusammenhang nimmt, hinkt in einem sehr wichtigen Punkte. Auch die Gesetze der atmosphärischen Elektricität wurden zu Howard's Zeit nicht so klar verstanden wie gegenwärtig, während doch das Verhalten der Wolken offenbar in grossem Maasse von dieser Kraft beherrscht wird. Hier sind wir in der That noch sehr unwissend; und bevor wir nicht, vermittelst Luftballons oder anderer Einrichtungen, eine Anzahl bis jetzt noch ungelöster Fragen über die Elektricität der Wolken genau beantwortet haben, müssen wir uns damit begnügen, zu warten und nicht übereilt eine neue Classificirung annehmen. Die Beziehungen des elektrischen Zustandes zur Verdunstung und zu Niederschlägen einerseits, und zu den horizontalen

und verticalen Bewegungen der Atmosphäre anderseits, werden hoffentlich dereinst gründlich verstanden werden, aber bis jener Tag kommt, können wir weder zu kritisch noch zu vorsichtig in unserer Anwendung der Wolkenclassificirung sein.

Zwischen diesen Verlegenheiten müssen wir nun unsern Cours steuern, so gut es geht. Auf die bestehende Benennung der Wolken werde ich heute so wenig wie möglich eingehen, obgleich ich hin und wieder werde hervorheben müssen, dass in der Benennung Unterscheidungen gemacht worden sind, wo kein natürlicher Unterschied ist; und dass anderseits, was mindestens ebenso schlimm, in der Natur Unterschiede existiren, für die keine deutlich unterscheidenden Benennungen vorhanden sind.

Man war der Ansicht, die Gestalt der Wolken sei von Natur in drei grosse Arten unterscheidbar: die Federwolke (*cirrus*), die Haufenwolke (*cumulus*) und die Schichtwolke (*stratus*). Eine Zweitheilung wäre vielleicht ebenso einfach und ebenso richtig gewesen. Da sind erstens die Wolken, welche danach streben, sich in ein horizontales Bett oder eine Schichte zu ordnen, deren Componenten entweder fadig oder verflochten (was gewöhnlich beobachtet wird, wenn sich das Bett in grosser Höhe befindet), oder mehr compact zusammengeschweisst sind (dies ist gewöhnlich der Fall, wenn sich das Bett mehr in der Nähe der Erdoberfläche befindet), doch deren verticaler Durchmesser in beiden Fällen sehr gering im Vergleich zu dem horizontalen ist. Zweitens giebt es Wolken von massiver, sphärischer oder hemisphärischer Gestalt; meist ganz oder nahezu sphärisch in den höheren Regionen der Atmosphäre, doch gewöhnlich mit mehr hemisphärischer Gestalt und mit ebener Basis, in den niederen Regionen. Diese beiden grossen Arten von Wol-

ken werden jedoch durch die Form allein bestimmt; und sie kommen, wenn auch mit verschiedenen Abweichungen (wie die, welche ich eben erwähnte), in jeder Höhe vor, in der Wolken überhaupt sichtbar sind. So fluthet, in gewaltiger Höhe über mächtigen Bergen und über den Häuptern der unternehmendsten Luftschiffer, der condensirte Dunst, entweder in der dünnen netzartigen Platte, die unseren Mond- oder Sonnenhof erzeugt, oder in jener Flotille von zahllosen Nebelkörperchen, die unserem Sommerhimmel häufig eine so ruhige Schönheit verleiht. Und steigen wir zur Erdoberfläche nieder, so finden wir diese beiden Hauptgattungen ebenso deutlich unterscheidbar. Auch die Nebel, welche auf der Erde selbst ruhen, haben zuweilen eine glatte obere Fläche wie der weisse Dunst, der bei hereinbrechender Nacht die Thäler in Silber kleidet, mitunter auch einen bergigen Oberbau sich thürmender Wolken, die in welligen Falten emporschwellen. Die erste dieser Abtheilungen umschliesst hauptsächlich die Wolken der Nacht, die zweite diejenigen des Tages. Und weiter sind die Wolken der ersten Abtheilung diejenigen des Winters, die der zweiten Sommerwolken. Doch diese Regel bezieht sich mit weit weniger Ausnahmen auf den unteren Theil unserer Atmosphäre als auf den oberen Theil. Schliesslich (und diese Regel hat wiederum viele Ausnahmen) sind Wolken der ersten Abtheilung häufiger über dem Meere, als über dem Lande; die der zweiten häufiger über dem Continente als über dem Oceane. An der Westküste Norwegens habe ich beispielsweise oft das Festland mit dichten Ballen von Haufenwolken bedeckt gesehen, während über dem offenen Meere nur wenige Streifen von Linienwolken schwebten. Jedes kleine Eiland hatte eine kleine Haufenwolke über sich aufgethürmt, ein grösseres Eiland eine grössere Haufen-

wolke und so fort: die Grösse der Haufenwolke war fast immer proportional derjenigen der Landfläche unter ihr. Man behauptet sogar, dass auf dem Ocean die Lage eines mit seichtem Wasser bedeckten Riffes, durch eine einzelne, haufenförmige Wolke über demselben bezeichnet werde. Nun wäre es bequem, unsere Benennung der Wolken auf diese natürliche Eintheilung zu basiren und dies ist, bis zu einer gewissen Grenze, auch gewöhnlich geschehen. Unglücklicher Weise unterdrückte Howard, wie ich glaube, die Bezeichnung Schichtwolke fast gänzlich, oder wandte sie ursprünglich wenigstens auf Grundnebel an, obgleich er sie in Zusammensetzungen für Wolken aller Höhen brauchte. In dem gegenwärtigen Vortrage werde ich mir erlauben, das Wort Schichtwolke sowohl wie die Ableitungen davon, unbekümmert für Wolken der, wie ich sie benannte, ersten Abtheilung, zu gebrauchen. Die Bezeichnung Haufenwolke und ihre Ableitungen wollen wir den Wolken der zweiten Abtheilung beilegen.

Die werthvollsten aller Wetterzeichen werden jedoch nicht so sehr von der Gestalt der Wolken hergeleitet, als vielmehr von der Richtung, aus der man die Wolken der verschiedenen Höhen ziehen sieht, und diese Wetterzeichen sind es, die bei dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft leicht in bestimmte Regeln gebracht werden können. Aus der Benutzung synchronistischer Wetterkarten ist in den letzten Jahren eine neue Wissenschaft der Winde entsprungen. Mit den Principien dieser Wissenschaft sind alle einigermaassen verlässlichen Regeln über Witterungsaussichten eng verknüpft. Es kommt uns nicht mehr in den Sinn, über das zukünftige Wetter nur aus dem Anblick des Himmels und den Beobachtungen an einem einzelnen Barometer zu urtheilen. Wir beziehen

uns unablässig — ich sage nicht auf die Wetterberichte von einigen Stunden vorher, denn wir haben häufig weder diese noch überhaupt Wetterberichte zur Hand — aber auf die Regeln, die aus dem langen Studium der Wetterkarten hergeleitet sind. Derjenige, welcher diese Regeln nicht beachtet, sollte meiner Ansicht nach lieber alle Versuche zu Witterungsvorhersagungen unterlassen. Im günstigsten Falle wird seine Wetterprophezeihung sich nicht weit über die der Bienen erheben, die, oft zu ihrem eigenen Schaden, zum Stocke fliegen, sobald eine dunkle Wolke die Sonne bedeckt. Wann man einen Regenschirm und wann man keinen mitnehmen soll, ist eine Frage, die zum mindesten eine elementare Kenntniss der Beziehungen zwischen Druck und Winden, der allgemeinen Richtung und gegenseitigen Abhängigkeit von Cyclone und Anticyclone umschliesst, kurz, der Gegenstände, mit welchen uns der meteorologische Dienst unseres Landes und anderer Länder versieht. Nun liefern die Beobachtungen jener Wolken, die sich in der grössten Entfernung von der Erdoberfläche befinden, dem Beobachter Informationen vom höchsten Werthe, in Betreff der Vertheilung und Bewegung der Gebiete barometrischen Druckes, die während der Zeit besteht, wo er seine Beobachtungen anstellt. Ich werde Ihnen einige Regeln hierüber geben. Doch erst müssen wir über einen Punkt hinsichtlich der Benennung im Klaren sein. Es ist unumgänglich nothwendig, dass wir irgend einen Ausdruck haben, um die höchste Wolkenklasse unzweideutig zu bezeichnen. Wir wollen daher den Ausdruck Federwolke und die Zusammensetzungen fedrige Schichtwolke und fedrige Haufenwolke anwenden; doch müssen diese Ausdrücke, wenn unsere Regeln überhaupt gelten sollen, auf Wolken der grössten Erhebung über die Erdoberfläche beschränkt bleiben.

Aus der bereits angeführten Thatsache, dass der Ausdruck Schichtwolke auf Grundnebel angewandt worden, haben Beobachter die Zusammensetzung fedrige Schichtwolke für eine grosse Varietät von Wolken aller Höhen gebraucht, und der leichtfertigen Anwendung dieses Wortes in meteorologischen Berichten und Witterungstagebüchern ist zum grossen Theil der geringe Fortschritt zuzuschreiben, der bis jetzt in unserer Kenntniss der oberen Strömungen gemacht worden. Zu einer Zeit legt der Beobachter den Namen fedrige Schichtwolke jenem feinen Schleier sehr hoch schwebender Wolken bei, welche die Höfe um Sonne und Mond erzeugen; zu anderer Zeit Streifen von Linienwolken in kaum der halben Höhe; und schliesslich, um die Verwirrung noch grösser zu machen, sagen uns die älteren Beobachter, dass selbst einige unserer Nebel eine „Art fedriger Schichtwolke“ seien. Weitere Verwirrung, die aus dem Gebrauch eines anderen Ausdrucks entspringt, den ich gleich noch berühren muss, umgiebt die gewöhnliche Anwendung des Wortes fedrige Haufenwolke. In dem, was ich heute bespreche, wende ich das Wort Federwolke nur auf jene flockigen Wolken an, die in sehr grosser Höhe schweben (siehe Fig. 1). Unter fedriger Schichtwolke verstehe ich die einen Hof erzeugende Schicht, die sich aus den verwirrten Fäden mehr oder weniger fedrig gestalteter Wolken bildet. Und endlich verstehe ich unter fedriger Haufenwolke jene kleinen weissen Wölkchen, die in gleicher Höhe wie die Federwolke und die fedrige Schichtwolke schweben. Ich nenne diese drei Wolkengattungen gewöhnlich Wolken der fedrigen Classe und die Strömungen, welche sie tragen, bezeichne ich einfach als obere Strömungen.

Nun sind die Gesetze, welche die oberen Strömungen

und ihre Wolken bestimmen, Einigen, wenn auch nicht in ausgedehntem Maasse, schon bekannt. Sie sind schwierig und ich würde die Grenze dieses Vortrags überschreiten, wollte ich versuchen, Ihnen jetzt Alles zu erklären, was über dieselben bekannt ist; doch ich denke indess Ihnen genug sagen zu können, was von praktischem Nutzen für die Vorausbestimmung möglicher Witterungsveränderungen ist.

Sie alle wissen, dass die Winde an der Erdoberfläche irgend ein Gebiet des niedrigsten Barometerstandes umkreisen, welches auch, wenigstens im Allgemeinen, ein Gebiet feuchten, regnerischen Wetters ist. Die Winde wehen dabei so, dass sie (auf unserer Hemisphäre) den Ort des niedrigsten Barometerstandes bedeutend links von ihrem Cours lassen. Sie haben ebenfalls gehört, dass die Depressionen oder Regionen niedrigen Barometerstandes, gewöhnlich von S.-W. nach N.-O. oder mindestens von irgend einem südlichen oder westlichen Punkte nach einem nördlichen oder östlichen ziehen. Und gleichfalls, dass meistens die Mittelpunkte dieser Depressionen, um welche die Winde in cyclonischem Laufe wehen, nördlich oder nordwestlich von diesem und ebenfalls von jedem anderen Theile der britischen Inseln vorüberziehen, während andere gerade über uns hinpassiren und wieder andere uns nordwestlich von ihrer Richtung liegen lassen. Auch ist es Ihnen bekannt, dass es ausser diesen Flächen niedrigen Druckes solche hohen Druckes, Anticyclonen, wie man sie nennt, giebt, innerhalb deren das Wetter gewöhnlich trocken ist. Diese letzteren bleiben häufig für eine beträchtliche Zeitdauer stationär und ihre Disposition scheint auf die Bewegung der Flächen niedrigen Druckes einzuwirken, die gewöhnlich so ziehen, dass sie die Anticyclone rechts von ihrem Course liegen lassen.

Die alten Beobachter hatten ganz recht, wenn sie behaupteten, dass sich aus dem Aussehen und der Gestalt der Wolken sehr viel über das kommende Wetter entnehmen lasse. Doch sie vernachlässigten verhältnissmässig die Schlüsse, die sie aus der Bewegung dieser Wolken ziehen konnten. Wir müssen unsere Aufmerksamkeit sowohl der Gestalt als der Bewegung der Wolken zuwenden, doch ganz besonders der letzteren, um über die Lage der Flächen hohen und niederen Druckes zu urtheilen.

Wenn, während eine leichte Brise aus S. an der Erdoberfläche weht, gleichzeitig Wolken verschiedener Höhen hoch oben vorüberziehen, und Sie dann mit Sorgfalt die Bewegungen dieser Wolken studiren, werden Sie *in* der Regel bemerken, dass ihr Cours einen beträchtlichen Winkel mit dem des Windes an der Oberfläche macht, und dass, wenn Ihr Rücken dem letzteren zugewandt ist, die Wolken sich etwas von Ihrer Linken nach Ihrer Rechten hin ziehen. Wahrscheinlich gewahrt man dann auch niedrige, dünne Wolken, die von S. gegen W. treiben: Schichtwolken in einer höheren Region von S.-W., während die Fäden der Federwolken, oder Fragmente von fedrigen Haufenwolken, in einer noch höheren Region von einem mehr westlichen Punkte aus sich bewegen. Man lege jeden Tag, wenn Wolken des Federwolkentypus sichtbar sind, einen gespitzten Pfeil, der ihre Bewegung anzeigt, auf eine der täglichen Wetterkarten und man wird finden, dass in der Regel die oberen Strömungen beträchtlich über die Isobaren fluthen und ihre Bewegung im Ganzen aus dem Bereich des niedrigen Barometerstandes nach dem des höheren hin geht. Es giebt einige eigenthümliche Ausnahmen von dieser Regel, doch von der allgemeinen Richtigkeit derselben werden Sie sich

sehr bald überzeugen. Nun wehen an der Erdoberfläche die Winde nicht genau parallel mit den Isobaren, wohl aber in einer solchen Richtung, dass sie einen Theil der Luft aus den Bereichen, in denen der atmosphärische Druck hoch ist, denjenigen zutragen, in denen er niedrig ist; und es ist daher augenscheinlich, dass die Luft, welche solchermaassen ihren Weg in die Regionen der Depression findet, dort emporsteigt und oben wieder entweicht, um eventuell ihren Weg nach den Anticyclonen zu finden, von wo sie wieder zu der Erdoberfläche niedersteigt. Aus einer Prüfung von Beispielen der oberen Strömungen hat sich ergeben, dass die obere Strömung durchschnittlich einen Winkel von 55° mit dem Winde der Oberfläche in unserem Bezirke der Erdkugel beschreibt. Dieser Winkel ist jedoch weit davon entfernt, in den verschiedenen Theilen der cyclonischen und anticyclonischen Regionen constant zu sein. Ich will zu erklären versuchen, wie sich die oberen Strömungen unter speciellen, jedoch häufigen Umständen bewegen, indem ich gleichzeitig so kurz als möglich das gewöhnliche Aussehen der Wolken beschreibe, welche unter diesen Umständen vorherrschen.

Meist geht einer nahenden barometrischen Depression eine grosse Bank von gefrorener Feuchtigkeit in den höheren Regionen der Atmosphäre vorauf, welche wir fedrige Schichtwolke (*cirro-stratus*) nennen (siehe die Abbildung). Gleichzeitige Beobachtungen zeigen, dass der Rand dieser Bank gewöhnlich gebogen und die Curve so zu sagen eine Parabel ist, deren Brennpunkt fast in der Linie liegt, längs welcher der Mittelpunkt der Depression sich hinziehen wird. Wir gewahren diese Curve jedoch gewöhnlich nicht, wenn wir nach der Wolke schauen. Was wir erblicken, sind Längenfäden

oder dünne Wolkenfasern in einer Höhe von 25,000 bis 40 000 Fuss über der Erde und so geordnet, dass sie einander parallel laufen. Auslaufende Streifen dieser Wolken, die oft 20 bis 100 engl. Meilen der Hauptmasse voraus eilen, gewissermaassen die Pioniere der nachfolgenden Armee, kann man ohne Schwierigkeit prüfen und ihr Aussehen ist so wohlbekannt, dass ich es Ihnen nicht detaillirt zu beschreiben brauche. Es genügt, wenn ich sage, dass diese Fäden von Eiskrystallen in äusserst fein auslaufende Spitzen endigen, die oft mehr oder weniger aufwärts oder auswärts gekräuselt sind, da sie anscheinend durch elektrische Abstossung aus einander gehalten werden, indem der ganze Faden als ein horizontaler Elektricitätsleiter wirkt. Wenn die wirkliche Bank sich über uns befindet, sieht man, dass die Fäden, aus welchen dieselbe besteht, mehr oder weniger netzförmig sind und einen feinen Ueberzug oder ein Lager bilden, dessen Bau immer weniger erkennbar wird. Dies ist die Wolkenart, welche unsere Höfe erzeugt. Zuweilen vermögen wir, sogar vom allerersten Erscheinen dieser Schicht an, überhaupt kaum eine Structur in derselben zu entdecken; der Himmel scheint sich einfach allmälig mit einer milchig aussehenden Haut oder einer weisslichen Wolkensubstanz zu überdecken. Im letzteren Falle schliessen wir, dass die oberen Regionen besonders feucht, und dass sich die Krystalle, weil sie weniger vereinzelt sind, nicht in bestimmte Fäden ordnen.

In jedem Falle wird, wie die Bank mehr und mehr unserem Beobachtungsort näher rückt, die untere Fläche derselben niedriger und gleichzeitig undeutlich durch die Bildung sichtbarer Wolken in den niedrigeren Regionen der Atmosphäre. Der Beginn dieses Stadiums fällt gewöhnlich mit dem Sinken der Quecksilbersäule

zusammen; denn das Barometer steigt entweder, oder ist stationär unterhalb der bereits beschriebenen auslaufenden Fäden. Der Regen bringende Wind macht sich jetzt allmälig an der Erdoberfläche fühlbar; die oberen Wolken hören auf überhaupt sichtbar zu sein, denn der Himmel bedeckt sich vollständig mit einer zusammengesetzten Masse condensirten Dunstes und mehr oder weniger starke Niederschläge treten sofort ein. Wenn es wieder aufklärt, werden wir vollständig neue Zustände zu untersuchen haben. Doch inzwischen, während wir im Zimmer gehalten werden und es nichts besonderes für uns zu betrachten giebt, lassen Sie mich zurückgehen und Ihnen so kurz und klar beschreiben wie ich es vermag, welches die Bewegungen der oberen Strömung gewesen sind, die diese wolkige Decke über unsere Häupter zusammengezogen hat.

Ich habe von der Elektricität als der offenbaren Veranlassung zur Bildung der fedrigen Fasern gesprochen. Einige Gelehrte sind so weit gegangen, vorauszusetzen, ihre Bewegung durch den Luftraum derselben Kraft zuzuschreiben, indem sie die letztere zu dem Thron des „wolkensammelnden Zeus“ erhoben, welcher alle Bewegungen des Eisnebels regelt. Angestellte Beobachtungen weisen jedoch die allzu ehrgeizigen Ansprüche dieses Herrschers zurück und werden bald Jeden darüber aufklären, dass die Bewegungen dieser Wolken durch Winde bedingt werden, welche den Unterschieden im Drucke der Schichten, in denen sie schweben, zuzuschreiben sind. Gleichzeitige Beobachtungen, die an verschiedenen Stationen angestellt worden, führen uns ein gutes Theil weiter, denn sie lassen die Gesetze erkennen, durch welche diese oberen Strömungen beherrscht werden. Ich darf hier nicht versuchen, Ihnen diese Gesetze zu be-

schreiben; doch ich muss mir Ihre Aufmerksamkeit erbitten, während ich einige der allgemeinen Regeln erkläre, die von diesen Gesetzen abhängen, Regeln, die derjenige, welcher wetterkundig sein möchte, sehr häufig anzuwenden hat.

Ich will zunächst einmal voraussetzen, dass Depressionen von S.-W. nach N.-O. ziehen (dies ist wirklich bei uns ihre gewöhnlichste Richtung), indem eine Anticyclone südöstlich von uns liegt. Lassen Sie uns jetzt annehmen, wir lägen thatsächlich in der Linie, die von dem Mittelpunkt der Depression durchschnitten werden soll. Zuerst erscheinen Fäden von Federwolken am südwestlichen Horizonte und parallel demselben [1]). Ihre Bewegung lässt sich dann, wenn auch nicht sehr genau, gleich der eines jeden anderen sich in der Ferne bewegenden Körpers, herausfinden. Sobald einige derselben das Zenith erreicht haben, finden wir, dass sie von irgend einem Punkte zwischen W.-S.-W. und W.-N.-W. ausziehen (siehe Figur 2). Ein wenig später, nachdem ein östlicher Wind sich erhoben hat und die Wolkenbank dichter geworden ist, sehen

---

[1]) Hier und auch später noch wende ich die Worte parallel mit einem besonderen Horizont an, um allgemein verständlich auszudrücken: parallel der Tangente eines bestimmten Kreisbogens des sichtbaren Horizontes.

Anscheinend, das ist, wie dieselben auf dem Himmelsgewölbe gesehen werden, sind die Streifen und Bänke der Federwolken gewölbt. So erscheint ein Streifen, den man am südwestlichen Horizonte erblickt, in seinem mittleren Theil, nämlich in S.-W., hoch erhaben und am tiefsten an den Enden. Der Beobachter darf natürlich nicht diese scheinbare Curve mit der wirklichen Curve verwechseln (wie sie aus einer Wolkenkarte oder der Abbildung ersichtlich ist), von der ich vorher bemerkte, dass sie selten dem Auge sichtbar ist, wenn man zum Himmel blickt.

wir, wenn wir Gelegenheit finden einen Durchblick nach den höheren Wolken zu erhaschen, dass ihre Strömung sich zurückgewandt hat, d. h., dass sie jetzt von einem mehr südlichen Punkte kommt. Nach und nach, wenn das Barometer seinen tiefsten, oder annähernd seinen tiefsten Stand erreicht hat, und wir Gelegenheit finden, einmal hinaus zu schauen um Zeuge zu sein, wie der Himmel sich aufklärt, werden wir bemerken, dass diese obere Strömung sich so weit zurückgewandt hat, um nun von einem südöstlichen Punkte aus sich zu bewegen. Die Federwolken sind dann in Linien von S.-O. nach S.-W. gruppirt. Ihr Aussehen wird sich inzwischen bedeutend verändert haben; sie sind weit massiger geworden und ihre Fäden oder Fransen sieht man gewöhnlich nach einer mehr oder weniger abwärts gehenden Richtung deuten, welches anzeigt, dass unten eine kältere und trocknere Atmosphäre vorhanden ist (Figur 3).

Jetzt lassen Sie uns unsere Stellung, oder die der herannahenden Depression ändern und annehmen, dass die letztere, welche auch in diesem Falle von S.-W. nach N.-O. zieht, ziemlich die N.-W.-Seite von unserem Beobachtungsorte passirt; beispielsweise den Norden von Schottland entlang, während wir uns in London befinden. In diesem Falle ist die Bank von fedrigen Schichtwolken oder sind die auslaufenden Fäden derselben zuerst in W. oder W.-N.-W. des Horizonts und diesem Horizont parallel sichtbar geworden, und die obere Strömung sieht man, wenn man ihrer ansichtig werden kann, von irgend einem nordwestlichen Punkte aus ziehen. Wie sich die Bank über uns ausbreitet, während unten ein südwestlicher Wind sich erhebt, bemerken wir, dass die oberen Wolken weniger dicht und wässerig aussehen, als in der Beschreibung, die ich Ihnen vorhin gegeben. In diesem

Falle nimmt die fedrige Haufenwolke sehr häufig den Platz der fedrigen Schichtwolke ein, welches wahrscheinlich ein Anzeichen ist, dass oben keine grosse Elektricitätsleitung stattfindet. Der Regen, wenn uns derselbe überhaupt erreicht, fällt in Schauern. Sobald sich der Himmel aufklärt, finden wir, dass dies weit allmäliger geschieht, wie solches auf Stationen der Fall ist, die dem Centrum der Störung näher gelegen. Auch hier werden wir bemerken, dass die obere Strömung sich zurückgewandt, doch nur nach einem Punkte im W. oder S.-W., so dass wir, wenn der Wind an der Erdoberfläche sich nach W. gedreht hat, Wolken jeder Höhe, aus beinahe demselben Viertel, über unserem Haupte hinziehen sehen.

Noch einmal werde ich Sie bemühen müssen, sich unsere Verhältnisse als verändert vorzustellen. Eine Depression, die noch nach nordöstlicher Richtung geht, lässt uns zu ihrer Linken liegen: sie zieht, wollen wir annehmen, von der Bai von Biscaya nach Holland und Dänemark, während wir uns in London befinden. In diesem Falle zeigt sich die Bank fedriger Schichtwolken zunächst am südsüdwestlichen Horizont; und ihre Bewegung, wenn sich dieselbe zuerst bestimmen lässt, geht von irgend einem Punkte zwischen W.-S.-W. und S. aus. In diesem Falle, nachdem sich der Himmel bezogen und ein nordöstlicher Wind bei fallendem Barometer aufgekommen ist, wird uns selten die Gelegenheit, die oberen Wolken überhaupt zu Gesicht zu bekommen; doch wenn dies geschieht, zu der Zeit wo das Centrum der Störung uns am nächsten ist, bemerken wir gewöhnlich, dass die obere Strömung sich so zurückgewandt hat, dass sie aus S.-O. kommt. Der Regen ist, falls er sich so weit nördlich wie unsere Station erstreckt, kalt, dicht und an-

dauernd. Wenn er aufhört, bleiben die Wolken noch eine kurze Zeit hindurch niedrig und trübe; die Aufklärung des Himmels geht sehr allmälig von statten und falls der Wind sich nach N. gedreht hat und das Barometer steigt, sehen wir in der Regel, dass die Hauptdunstfläche sich bedeutend gesenkt hat und dass an Stelle der Federwolken, der Haufenwolken und Regenwolken, welche man fern im S. wahrnimmt, nunmehr unregelmässige aber wagerechte Schichtwolken das mittlere, oder vielmehr untere Bett der Atmosphäre einnehmen.

Wir müssen nun noch einmal unsere Stellung wechseln und voraussetzen, wir befänden uns vollständig hinter einer Depression, deren Centrum ruhig nach N.-O. abgezogen ist. Die Beschreibung wird mir hier verhältnissmässig leicht. Der Himmel ist entweder klar oder enthält Fragmente von Haufenwolken und vielleicht vereinzelte locale Regenwolken. Diejenigen oberen Wolken, welche man erblickt, sind hier gewöhnlich entweder Massen oder Fäden leicht gelockter Federwolken; sind es Fäden, so dehnen sie sich von N.-W. nach S.-O. aus und ihre Bewegung ist in beiden Fällen annähernd aus jener Richtung, und trifft so oder nahezu mit der Linie der Isobaren und mit den Winden an der Erdoberfläche zusammen. Sehr selten kommt ein N.-W.-Wind vor (ausser sofort nachdem er sich nach diesem Punkte gedreht), der sich nicht in die höchsten Regionen der wolkentragenden Atmosphäre erstreckte.

Nun ist Ihnen wahrscheinlich bekannt, dass, wenn Depressionen über uns oder nahe an uns hinziehen, die allgemeine Vertheilung des hohen und niedrigen Barometerstandes nicht immer eine solche ist, wie ich sie soeben beschrieben. Eine grosse Anticyclone kann östlich von uns liegen und Depressionen können für einige Zeit

nordwärts ziehen; oder auch kann jene westlich von uns liegen und die Depressionen können nach S. ziehen. Sie werden wohl schon befürchten, ich wolle Ihnen von Neuem eine Anzahl Regeln für diese Zustände geben, ähnlich denjenigen, in welchen ich mich bereits ergangen. Glücklicher Weise brauche ich jedoch nichts Derartiges zu thun. Im ersteren Falle haben wir nur (wenn ich mich eines solchen Ausdruckes bedienen darf), alle Windrichtungen um vier Striche zu verändern, also S.-W. und N.-W., in S. und W., oder, wie ich es jetzt thue, die Lage unserer Figur zu ändern, und die Regeln, welche ich bereits gegeben, werden noch richtig sein. Im letzteren Falle, wenn nämlich die Depressionen nach S.-O ziehen, müssen wir unsere Richtung um acht Striche drehen oder unsere Figur ändern, wie es jetzt von mir geschieht, und unsere Regeln werden sich als ebenso brauchbar erweisen wie zuvor. Ich werde einige praktische Erläuterungen dessen geben, was ich meine. Bei Witterungszuständen, von denen wir aus den vorhergegangenen Veränderungen des Windes und besser noch, aus dem Studium der täglichen Wetterkarten wissen, dass die Depressionen oder die Regionen regnerischen Wetters von S. nach N. ziehen, ist häufig die Erscheinung einer dichten Bank von fedrigen Schichtwolken im S.-O., die sich, nach einer Zwischenpause von schönem Wetter, aus irgend einem Punkte zwischen S.-W. und S. bewegt, eine Andeutung kommenden Regens. In der Regel ist dann dieser Regen sehr heftig und von einem nebeligen N.-O.-Wind begleitet. Werden andererseits, unter den gleichen Umständen, die ersten Fäden von Federwolken oder fedrigen Schichtwolken im W. beobachtet, welche jedoch aus S.-W. ziehen, so ist es nicht wahrscheinlich, dass der

Regen unsere Station erreicht, oder wenigstens nur in einigen vorübergehenden Schauern.

Nehmen wir an, die Witterung sei so, wie sie häufig bei uns im Frühling und gelegentlich im Herbst und Winter vorkommt, wo die Winde zwischen W.-S.-W. und N. umspringen und die Wetterkarten uns zeigen, dass die Regionen schlechten Wetters von der schottischen Küste gegen Holland und Dänemark hinziehen. Folgt dann einem schönen Tage eine wässerige Bank von fedrigen Schichtwolken im N.-W., die von N. nach N.-N.-O. zieht, so steht schlechtes Wetter in Aussicht; ein ungestümer, westlicher Wind, von einer dichten Wolkenbank begleitet, wird wahrscheinlich in einen kalten, heftigen N.- oder N.-O.-Wind umschlagen. Es ist das eine gefahrvolle Zeit für die Schifffahrt an unserer N.-O.-Küste. Doch wenn andererseits, unter gleichen Umständen, die Federwolken zuerst im N.-N.-O. erscheinen und von einem nördlichen Punkte ausziehen, so ist es nicht wahrscheinlich, dass uns mehr als einige leichte Schnee- oder Graupelschauer zu Theil werden, mit einem nur mässigen Zurückgehen und Umspringen des Windes.

Ich darf nicht länger bei den Bewegungen der Federwolken um unsere Depressionen herum verweilen. Ich hoffe, das, was ich gesagt habe, genügt, um Ihnen zu zeigen, dass dies ein Gegenstand von grosser Wichtigkeit für Witterungsvorherbestimmungen wie für die Beurtheilung der möglicher Weise eintretenden Stürme ist; und es würde mir eine grosse Genugthuung sein, wenn sich Jemand unter Ihnen bewogen fühlte, diese Art der Beobachtung zu seinem Studium zu machen. Sie werden in diesem Falle viele Schwierigkeiten zu überwinden haben, und besonders diejenigen, auf welche ich bereits hingewiesen, die aus der Mühe der Schulung des Auges entspringen,

doch ich darf versichern, dass das Vergnügen und das Interesse, welches dieses Studium bietet, wie auch der praktische Nutzen desselben, reichlich für Ihre Ausdauer belohnen wird.

Ich habe bereits wiederholt von localen Schauern gesprochen und scheine über dieselben, als von geringer Bedeutung, hinweggegangen zu sein. Nun ist ein zeitweiliger Regenschauer für den Landmann z. B. oder für einen Vergnügungsreisenden eine Sache von ebenso grossem Belang, als ein anhaltender Regen; gerade wie eine Böe für den Seemann oft furchtbarer ist als ein Sturm. Zudem ist es weit schwieriger für gewöhnliche Beobachter, die Chance eines vorübergehenden Regenschauers oder einer Böe zu beurtheilen, als mehr andauernd schlechtes Wetter vorher zu bestimmen. Hier müssen wir zuvor nochmals auf einen Gegenstand der Phraseologie zurückkommen. Howard, der Wolkenclassificirer und Wolkenklassiker, legte jeder Wolkenform, aus der Regen niederfiel, den Namen Regenwolke (*nimbus*) bei. In der lateinischen Erklärung, die er von diesem Namen giebt, scheint er eine zweifache Eintheilung der *nimbi* oder Regenwolken anzudeuten; doch weder er noch einer seiner Nachfolger hat uns Näheres über diese Eintheilung gesagt. Ich habe Ihnen erklärt, dass die Symptome der ausgedehnten Regengüsse allgemein zuerst in den höheren Regionen der Atmosphäre sichtbar werden; die Wolkenbank beginnt in einer hohen Luftschicht und ihr folgen zusammengesetzte Wolken in einer niedrigeren Schicht. Die Bildung vorübergehender Regenschauer ist gewöhnlich das Entgegengesetzte von diesem Vorgange. Ich muss kurz diese Bildung beschreiben, so vertraut sie auch den meisten Beobachtern ist. Fast Jeder wird schon, gewöhnlich zu früher Stunde, an einem regnerischen Tage die

Bildung einer Haufenwolke beobachtet haben. Lose Fetzen unregelmässiger Wolkenmassen beginnen hier und da auf dem glänzenden Blau sichtbar zu werden. Zuerst befinden sie sich nahe der Erdoberfläche, gewöhnlich in der Dunstfläche, die in der vorhergehenden Nacht einige Schichtwolken getragen. Allmälig, sobald unter der zunehmenden Kraft der Sonnenstrahlen eine rasche Verdunstung vor sich geht, zwängt der aufsteigende Dunst die über ihm befindlichen Partikelchen empor, welche durch die Kälte der höheren Regionen mehr und mehr zu bergigen Massen condensirt werden. Die untere Fläche bleibt gleichmässig und ruht auf der Dunstebene, d. h. genau in jener Höhe über der Erde, in welcher Wasser aus dem gasförmigen Zustande in denjenigen sichtbaren Nebels übergeht. Unterhalb der Haufenwolken steigt der Dunst auf, jedoch in unsichtbarem Zustande, wie der Dampf aus dem Schornsteine einer Locomotive, der häufig unsichtbar ist, bis er einen Fuss oder mehr oberhalb der Oeffnung angelangt ist. Wenn wir emporblicken gewahren wir, dass die Gestalt der Haufenwolke im Allgemeinen so ist, wie ich sie beschrieben, eine Halbkugel oder vielleicht ein Kegel. Sie ist jedoch nicht glatt, sondern gleicht noch der Dampfwolke einer Locomotive, da sie abgerundete Protuberanzen zeigt. Wenn man dieselben genauer betrachtet gewahrt man, dass sie beständig zurück in den Hauptwolkenkörper fallen, der noch fortdauernd nach aufwärts und auswärts anschwillt. Dass die älteren Meteorologen mit ihrer Ansicht im Recht waren, diesen Vorgang hauptsächlich elektrischen Störungen zuzuschreiben, bezweifle ich meinerseits nicht. Die Wolke ist jetzt ein isolirter, mehr oder weniger stark geladener Körper. Sie stösst die entgegengesetzte Elektricität von den Partikeln in ihrer Nähe zurück und zieht

diese zu sich selbst heran, und ein unsichtbarer Regen solcher Partikel giesst wahrscheinlich beständig auf alle Theile ihrer Oberfläche nieder, da die allgemeine Ladung der Wolke zum Theil durch ihre sphärische Oberfläche zurückgehalten wird. Während wir unsere Wolke beobachteten, haben sich manche andere von ähnlichem Baue an verschiedenen Theilen des Himmels gebildet, und unsere Aufmerksamkeit wird durch den ersten fernen Donnerschlag auf den Horizont gelenkt. Wir erblicken in dem Viertel, von dem er ausgegangen ist, eine Haufenwolke oder eine Masse von Haufenwolken, deren obere Fläche ein ganz anderes Aussehen angenommen. Sie breitet sich aufwärts und auswärts in sehr feinen, federartigen Fasern aus (Figur 4). Sie ist thatsächlich zu solcher Höhe emporgestiegen, dass sie sich einer äusserst elektrisirten Gasschicht, mit einer ihrer eigenen entgegengesetzten Elektricität, genähert hat und sie ordnet die Eisprismen in zahllose Fäden oder Fühler, wobei sich die äusserst feinen Spitzen derselben durch die hohen Regionen der höchst verdünnten Luft ausbreiten. Wir wenden jetzt unsere Blicke wieder zu der Haufenwolke, die wir vorhin beobachtet. Ihre glänzende Kuppe unterliegt einer ähnlichen Metamorphose, sie wird weicher und dauniger als der untere Theil der Wolke. Genau zu derselben Zeit, wo diese Veränderung vor sich geht, bemerken wir, dass die Atmosphäre unterhalb unserer Wolke anfängt, sich durch den fallenden Regen zu trüben. Die Neutralisation der Elektricitäten droben hat gestattet, dass die Wassertheilchen, welche bis jetzt durch Abstossung von einander ferngehalten wurden, sich vereinigten und in stets zunehmenden Tropfen sich auf die Erde entladen. Nach und nach wird wenig mehr von der schmelzenden Wolke zu sehen sein, als eine gewisse Anzahl von Federwolken, die

oben vertheilt sind und einige lose Flocken von Regen- oder Schichtwolken unten.

Dies ist die erste Formation der typischen Regenschauer; und es ist sehr zu bedauern, dass wir keine Bezeichnung besitzen, welche diese Formation von ihrem Gegenstück, der weit ausgebreiteten Regenwolke, unterscheidet. Man gewahrt nicht immer den Entwickelungsvorgang, den ich soeben beschrieben habe. Wir haben verschiedenartige Regengüsse; einige werden in weiter Entfernung gebildet und durch die Winde über uns hinweggetragen, ehe sie sich vertheilen, und wir haben gleichfalls Regengüsse, welche so in andere Wolkenformen eingehüllt sind, dass es uns nicht gelingt, einen Blick ihrer cirrusartigen Spitzen zu erhaschen, oder selbst nur die Umrisse ihrer Seiten oder ihrer unteren Fläche zu unterscheiden. Häufig fallen sogar unter gewissen Umständen Schauer dichter kleiner Regentropfen aus niedrigen Wolken des Schichtwolkentypus, doch auch diese verlieren, gerade bevor die Niedergüsse beginnen, die Bestimmtheit der Aussenlinien, soweit es ihre obere Fläche betrifft, indem sie immer aussehen, als ob sie Regen oder Schnee, sowohl in einer aufwärts wie in einer abwärts gehenden Richtung entsendeten. Die Formation, welche ich jedoch beschrieben, ist entschieden diejenige, welche die localen Schauer, im Gegensatz zu denen des weiter verbreiteten Regens, am deutlichsten hervorhebt.

Nun ist uns allen bekannt, dass die ersten Schritte zu der Formation, welche ich eben beschrieben, oft wahrgenommen werden, ohne dass ihnen der geringste Regen folgt. Bei schönem Wetter, besonders im Frühling und Sommer, sehen wir häufig Haufenwolken sich bilden, die ihren grössten Umfang ungefähr um die Stunde der höchsten Temperatur erreichen und die sich gegen

Sonnenuntergang entweder ganz auflösen, oder in jene dünn ausgebreiteten Schichtwolken übergehen, die bei einbrechender Nacht über die Dunstebene verstreut sind. Ich muss Ihnen ein paar einfache Regeln geben, die von Nutzen sind, um über diese Möglichkeit oder anders über vorübergehende Schauer zu urtheilen.

Zuerst also, wenden Sie sich vor Allem an Ihr Barometer und beachten die Andeutungen, welche es Ihnen in Verbindung mit der Windrichtung giebt. Die Mehrzahl unserer Schauer steht zu Depressionsflächen in Beziehung, welche sich über uns oder in unserer Nähe befinden. Wir dürfen dieselben daher selten bei hohem Barometerstande erwarten, falls dieser etwa mehr als 30 Zoll (762 mm) im Meeresniveau beträgt. Ferner haben wir gesehen, dass vorübergehende Schauer besonders zahlreich an der rechten Seite und im Nachtrab der Depressionen auftreten. Folglich dürfen wir auf dieselben gefasst sein, wenn der Wind umdreht oder doch umdrehen zu wollen scheint und das Barometer steigt oder steigen zu wollen scheint. Andererseits können Sie mit Vortheil die Farben des Himmels und der Landschaft studiren. Diese stehen thatsächlich in vielen Fällen in noch näherer Beziehung zu dem Vorrücken oder Zurückweichen ausgedehnter Regenwolken, für die Beurtheilung der Möglichkeiten, für welche ich Ihnen bereits, wie ich glaube, verlässlichere Regeln gegeben. Ein Morgenroth wird beispielsweise gewöhnlich als Anzeichen schlechten Wetters betrachtet und diese Folgerung ist thatsächlich begründet. Am Abend veranlassen die winzigen Wasserpartikelchen in Verbindung mit in der Luft schwebendem Staube gewöhnlich, dass das Licht, welches durch eine lange Schicht dieser Luft hindurchgeht, roth erscheint. Während der Nacht wird eine grosse Menge dieser Partikelchen auf der Erd-

oberfläche niedergelegt. Wenn nach den Thauniederschlägen die Strahlen der aufgehenden Sonne roth erscheinen, schliessen wir, dass die Luft noch zahlreiche Wassertheile enthält, die nach der Morgenverdunstung und dem täglichen Aufsteigen der Dunstebene, wahrscheinlich Regenwolken bilden werden. Ein grauer oder gelber Abendhimmel ist gewöhnlich einer starken Wolkenansammlung im Westen zuzuschreiben, und besonders einer solchen von Wolken der Feder- oder der fedrigen Schichtenwolkenform, welche die directen Sonnenstrahlen, oder wenigstens einen beträchtlichen Theil derselben aufhalten.

„Sichtigkeit“ oder bemerkenswerthe Deutlichkeit entfernter Gegenstände ist gleichfalls ein volksthümliches Vorzeichen von Regen. Unzweifelhaft ist dies zum Theil den Wirkungen vorhergegangener Regengüsse zuzuschreiben, deren Niedergehen die Atmosphäre vom Staube gereinigt, entweder in dem Bezirk, wo die ungewöhnliche Klarheit beobachtet worden, oder in dem windwärts davon gelegenen. Aussergewöhnliche Strahlenbrechung ist, wie ich glaube, ein verlässlicheres Zeichen, da diese anzeigt, dass die Strahlen, welche das Auge erreichen, durch nahe liegende Luftschichten von wechselnder Dichtigkeit gedrungen, deren Mischung wahrscheinlich Niederschläge verursachen wird. Doch solche und ähnliche Anzeichen sind untergeordnet gegenüber denjenigen, welche wir aus einem eingehenden Studium der Wolkenformen erzielen.

Wenn sich Haufenwolken unter solchen Umständen bilden, welche uns kommende Regenschauer vermuthen lassen, so beobachte man die Bildung und das Aussehen derselben mit grosser Sorgfalt. Eine sehr rasche Entwickelung der Wolke nach oben, während die Aussenlinien hart sind und der Untergrund sehr eben ist, gilt

als ein schlimmes Zeichen, welches noch verstärkt wird, wenn man wahrnimmt, dass die Protuberanzen der oberen Fläche sich mit grosser Lebhaftigkeit hin und her wälzen. Falls, wie dies gewöhnlich der Fall ist, auch Wolken anderer Art am Himmel stehen, so beobachte man dieselben ganz besonders. Wenn eine ziemliche Menge loser Schichtwolken, die Ueberbleibsel der Nachtwolken, um den Untergrund der Haufenwolken vorhanden ist und die letzteren ihre Kuppeln hoch über diese emporthürmen und sie unten allmälig absorbiren oder zurückstossen, so ist das Eintreten von Regengüssen vor Abend wahrscheinlich. Wenn andererseits sich Schichtwolken in mittelmässiger Höhe befinden und noch tiefer unten sich Haufenwolken bilden, während die letzteren geneigt scheinen sich auszubreiten und mit den Schichtwolken, sobald sie dieselben erreichen, zu verschmelzen und gleichzeitig der Untergrund der Haufenwolken verschwommen ist und allmälig zu schmelzen scheint, dann darf man mit ziemlicher Sicherheit auf trockenes Wetter rechnen. Im letzteren Falle befindet sich eine Art zweiter Wolkenebene in der mittleren Region der Atmosphäre, nämlich die, welche von den Schichtwolken eingenommen wird und die sowohl dazu dient, die Verdunstung von der Erdoberfläche zu hindern, indem sie die Sonnenstrahlen zurückhält, wie auch die Elektricität der Wolken im frühesten Zustande ihrer Bildung horizontal zu leiten. Auf der linken Seite des Bildes, welches Sie jetzt erblicken (Fig. 5), haben Sie das Abbild einer jener ruhigen wohlwollenden Haufenwolken. Die Schichtwolke ist in diesem speciellen Falle von besonderer Art, sie wird selten oder nie vor Regen beobachtet und hat, glaube ich, den Namen „gerollte Haufenwolke“ erhalten, obgleich ich dieselbe überhaupt nicht als eine Haufenwolke betrachte. Auf der rechten

Seite des Bildes führe ich Ihnen des Gegensatzes halber die kühne Haufenwolke mit wagerechter Grundfläche vor, welche oft der Vorläufer eines Hagel- oder Gewitterschauers ist; hübsch von Aussehen, aber von verdächtigem Charakter, deren Fortschreiten man mit Sorgfalt beobachten sollte. Nach und nach wird sie sich wohl eine wollige Krone aneignen, *„foenum habet in cornu"* — um einen lateinischen Dichter ziemlich unpassend anzuführen — *„hunc tu Romane caveto"* — leg' Deinen Regenrock an, o Brite!

Es ist eine gewöhnliche Sache bei jenen Gelegenheiten, wo, wie ich es nannte, eine zweite Wolkenebene in nicht sehr bedeutender Höhe vorhanden ist, zu sehen wie sich Haufenwolken, nachdem ihre Kuppen diese Ebene erreicht haben, in sehr dichte, undurchsichtige Falten ausbreiten, so dass die ganze Wolke sich ihrer Gestalt nach einem Pilze mit sehr dickem Stiel vergleichen lässt. Für das ungeübte Auge haben diese Wolken ein etwas stürmisches, drohendes Aussehen, wahrscheinlich, weil sie an Gestalt jenen weit höheren Schauerwolken ähnlich sind, deren Kuppen sich in die Federwolkenregion der Atmosphäre hinein nach auswärts ausgebreitet haben. Das ungeschulte Auge erkennt ja eine Form weit leichter, als es eine Entfernung ermisst. Jedoch verursacht die Wolkenart, von der ich jetzt rede, sehr selten oder nie einen Regenschauer. Man kann sie zu jeder Zeit des Jahres beobachten, doch hauptsächlich im Frühling, besonders in dem südöstlichen Theile einer Anticyclone. Sie sind fast allgemein von einem ziemlich starken Nebel begleitet und mit einem trockenen, rauhen Luftzustande gepaart. Man möchte fast aus einem Theile seiner Beschreibung schliessen, dass es diese Wolken seien, welche Luke Howard als *Cumulo-stratus* zu bezeichnen

gedachte; doch weitere Bemerkungen, die sowohl er wie Forster und andere über den *Cumulo-stratus* machen, beweisen, dass sie mit diesem Ausdrucke die cirrusgekrönte Haufenwolke bezeichnen wollten, von der ich einfach als einer Schauerwolke gesprochen. Es sind andere und spätere Darstellungen der geschichteten Haufenwolke vorhanden, denen zufolge diese Bezeichnung der gewöhnlichen Haufenwolke beigelegt werden müsste, welche gleichzeitig mit einer ziemlichen Masse Schichtwolken am Himmel vorkommt. Wie ich schon vorher erwähnte, will ich nicht versuchen, die Benennung der Wolken umzugestalten; da ich mit der Sache selbst und nur beiläufig mit den Namen zu thun habe, werde ich nicht länger bei dem Gegenstande verweilen.

Die Erwähnung der geschichteten Haufenwolke führt mich jedoch dazu, Sie um die Erlaubniss zu bitten, Ihnen einen meiner besonderen Lieblinge vorstellen zu dürfen, der ohne Beglaubigungsschreiben kommt und thatsächlich ein Namenloser ist. Dieser Liebling von mir ist nicht nur einfach eine Haufenwolke, die gleichzeitig mit der Schichtwolke vorkommt, sondern ein richtiges Zwischending zwischen Haufenwolke und Schichtwolke, und sehr wünschte ich, man hätte ihr den Namen geschichtete Haufenwolke gegeben. Unter allen Wolken, die je unseren englischen Himmel zieren, sind wenige, die ich für anmuthiger halte und keine, die so entschieden einem besonderen, wenn auch etwas ungewöhnlichen Witterungstypus angehören als die, von welcher ich jetzt zu Ihnen sprechen will. Ich habe, wie Sie sehen, versucht, Ihnen einige dieser Wolken zu zeichnen (Figur 6), doch es ist mir nicht gelungen, mit vollständiger Treue die ungebundene Unregelmässigkeit der Umrisse, wie die ausserordentliche Zartheit der Lichtreflexe wiederzugeben,

welche diese Wolken an den Tag legen, wenn sie über den Himmel zerstreut sind. Ich kann sie im Allgemeinen als sehr hohe Schichtwolken beschreiben, deren oberen Flächen zahlreiche Thürmchen und Erhöhungen entspringen. Viele würden sie als *Cirro-cumuli* bezeichnen, doch sie haben wirklich nichts von der Federwolke an sich. Aus den Beobachtungen der von diesen Wolken geworfenen Schatten habe ich gefunden, dass ihre Höhe selten weniger als 14000 Fuss beträgt. Sie gehören daher fast zu jener Classe, welche man als Wolken der oberen Strömung bezeichnen könnte. In der Bewegungsrichtung schwanken sie gewöhnlich zwischen der Federwolkenströmung und dem Winde an der Erdoberfläche, stehen jedoch der ersteren weit näher. Die Eigenthümlichkeiten dieses Wolkentypus sind nun folgende: — Dieselben kommen, ausser im Sommer, selten in England vor und auch dann nur bisweilen, es sei denn, die Temperatur übersteige die Durchschnittshöhe. Sie treten mehr in den binnenländischen Districten auf und sind, wie ich glaube, am wenigsten gewöhnlich an der atlantischen Küste, und ganz ungewöhnlich an der Westküste von Irland. Man gewahrt sie gewöhnlich an der westlichen und südwestlichen Grenze einer Anticyclone, wenn zufällig eine oder mehrere flache Depressionen in südlicher Richtung liegen, d. h. über dem Canal, über Frankreich und dem biscaischen Meerbusen. Sie scheinen mit ausgedehnten elektrischen Störungen in den höheren Regionen der Atmosphäre in Verbindung zu stehen und sind fast allgemein die Vorboten unserer schwersten Gewitter. Dies ist besonders der Fall, wenn sie sich mit grosser Geschwindigkeit von einem südöstlichen oder südlichen Punkte aus bewegen, während andere Wolken, die ein wenig tiefer als sie schweben, rasch aus N.-O.

oder O. ziehen. Ein einziges Wolkenfragment des eben beschriebenen Typus, so winzig es auch sein mag, am klaren Himmel sichtbar, selbst bei hohem und ruhigem Barometerstande, setzt den scharfen Beobachter nicht selten in den Stand, ein Gewitter mit einer Sicherheit vorauszusagen, welche für die, denen sein Geheimniss unbekannt ist, staunenerregend erscheint. Diese Wolken verschwinden häufig vor dem Auftreten des Gewitters, das dann am Tage stattfindet und aus dem Haufenwolkentypus gebildet wird, den ich bereits beschrieben habe. Doch es giebt eine bemerkenswerthe Classe von Gewittern, die uns mit den Wolken überkommen, von denen wir eben reden. Diese Wolken ähneln den gewöhnlichen Schichtwolken in einer Hinsicht, sie glänzen in der Nacht. Bald nach Sonnenuntergang, an einem Sommerabend, gewahrt man häufig, wie sie sich im S. und S.-W. ausdehnen und verdunkeln; die Grundflächen sind in zahllose, wellenartige Falten geordnet, durch welche hindurch hier und da die stark reflectirten Seiten ihrer zerbrochenen aber haufenwolkenartigen Thürmchen scheinen. Bald beginnt ein Wetterleuchten den südlichen Himmel zu erhellen, während sich unten eine leichte östliche oder nördliche Brise fühlbar macht. In wenigen Stunden ist der Aufruhr in vollem Toben, eine prächtige Entfaltung himmlischer Feuerwerkskünste, die sich durch ihre Gefahrlosigkeit bemerkenswerth hervorthun und in dieser Hinsicht in scharfem Contrast zu den Gewitterschauern stehen, deren Basis sich in einer tieferen Region befindet und die sich zuerst aus Wolken des gewöhnlichen Haufenwolkentypus entwickeln. Diejenigen unserer sommerlichen Gewitterstürme, welche während der Nacht stattfinden, sind mit wenigen Ausnahmen von der Art, wie ich sie eben beschrieben. Doch Sie dürfen nicht anneh-

men, die Wolkenart, von der ich rede, sei keiner Veränderung unterworfen, wenn sie in die Gestalt übergeht, welche das Gewitter erzeugt. Ihr Verhalten ist analog dem der gewöhnlichen gewittererzeugenden Haufenwolken. Ihre Kuppen thürmen sich zuweilen derart auf, dass sie sich mit den Federwolken in geringer Höhe über sich vereinen; in anderen Fällen gestalten sich jene Kuppen spontan federwolkenförmig; und diese Veränderung, welche wahrscheinlich von einer Neutralisirung der Elektricitäten begleitet ist, muss, so weit ich bemerkte (und ich habe sie manche Nacht hindurch beobachtet), das Haupterforderniss ihres Niedergehens in Regen sein.

Sie werden bemerkt haben, dass ich in diesem Vortrage hauptsächlich von Wolken als Verkündigern von Regen und nicht als solchen von schönem Wetter gesprochen habe. Man möge mir dies in einem Klima verzeihen, in dem, wie Missvergnügte sagen, es immer sicherer ist Regen zu verkünden. Indem ich aber versuchte die regenbringenden Wolken zu beschreiben, deutete ich gewissermaassen an, dass die entgegengesetzten Typen, relativ gesprochen, Anzeichen schönen Wetters seien. Doch bevor ich schliesse, muss ich noch kurz eines Wolkentypus erwähnen, dessen Vorkommen ein ganz besonderes Zeichen ist, dass sobald kein Regen zu erwarten steht. Die Anticyclonen oder Gebiete hohen Barometerstandes sind, wie bereits erwähnt, im Allgemeinen auch Gebiete schönen, beständigen Wetters. Im Sommer erblicken wir innerhalb dieser Gebiete in der Regel einen fast wolkenlosen Himmel. Leichte Schichtwolken kommen Nachts bei einigen Veranlassungen in einer Höhe von 4000 bis 10000 Fuss vor und entwickeln sich während des Tages zu Haufenwolken von mittelmässigem Umfange, während die nicht durch Regen gereinigte

Atmosphäre meist durch einen aus Rauch und Staub erzeugten Nebel leicht getrübt ist. In grosser Höhe erblickt man häufig Federwolken in Büscheln, deren Bewegung äusserst langsam ist. Im Winter hingegen sind weder Federwolken noch Haufenwolken nahe dem Centralpunkte einer Anticyclone häufig; doch ist der Himmel selten klar. Eine Lage fast stationärer Schichtwolken bedeckt oft den Himmel während vieler Tage und Nächte hinter einander. Diese Schicht ist zuweilen von ungeheurer Ausdehnung, jedoch von sehr geringer verticaler Dicke. Tritt einmal eine Lücke auf, wie die, welche ich Ihnen in der Illustration (Figur 7) wiederzugeben versucht habe, so gewahrt man, dass der Himmel darüber Wolken jeder Gattung entbehrt. Nun nimmt man an, aus Gründen, welche eingehend mitzutheilen mir die Zeit mangelt, dass über jedem anticyclonischen Gebiete eine leichte niedersteigende Bewegung der Atmosphäre stattfindet. Im Sommer lösen die Sonnenstrahlen die Schichtwolken auf und die schnelle Verdunstung, welche während der langen heissen Tage vor sich geht, sendet die localen oder zerstreuten Fetzen von Haufen- oder Federwolken empor. Im Winter findet dies nicht statt. Der Dampf in den sehr hohen Regionen der Atmosphäre wird durch die niedergehende Strömung nach der Erdoberfläche geführt; er unterliegt daher wahrscheinlich einer Steigerung der Temperatur und geht folglich nicht von der luftförmigen in eine sichtbare Gestalt über. Die Erdoberfläche verliert jedoch Wärme durch Strahlung und in einer Höhe von ungefähr 3000 Fuss oder weniger (häufig bedeutend weniger) über jener Oberfläche, trifft man eine Temperatur an, welche niedrig genug ist, den Dampf zu einer ebenen Dunstfläche zu condensiren. Die bemerkenswerthe Continuität dieser Fläche ist, wie ich mir

denke, der Thatsache zuzuschreiben, dass wo immer eine Lücke in derselben vorkommt, die Erde sogleich mehr Wärme durch Strahlung verliert, wie unsere Thermometer dies unter solchen Umständen zur Genüge beweisen, und die Fläche daher sehr rasch wieder neugebildet wird. Sie dürfen nicht glauben, dass die Atmosphäre unterhalb dieser Lage von Schichtwolken stets so klar ist, wie sie auf diesem Bilde dargestellt worden. Zuweilen ist sie so, doch hin und wieder wird die Luft über weiten Landstrecken, und besonders in der Nähe unserer grossen Städte, durch dicke Nebel verdüstert; und die dichtesten und dunkelsten Nebel, welche man in London antrifft, sind in der Regel diejenigen, welche unterhalb der von mir beschriebenen „anticyclonischen Schichtwolken“ vorkommen. Diese Nebel sind möglicher Weise nicht nur dem Mangel an horizontaler Bewegung in der Luft, sondern theilweise auch den niedersteigenden Strömungen zuzuschreiben, welche die abwärts gehende Bewegung der jetzt wassergesättigten Rauchpartikelchen beschleunigen.

Es ist bemerkenswerth, dass, obgleich schichtenförmige Wolken im Allgemeinen mehr für das Meer als für das Land charakteristisch sind, die Schichtwolke, von der ich rede, weit häufiger über dem Lande, als über dem Meere vorkommt. Ebenfalls ist zu beachten, dass der Aufbruch einer solchen Schichtwolkenbank gewöhnlich das erste Zeichen eines Ueberganges von beständigem zu unbeständigem Wetter ist. Die Erklärung, welche ich über die Art zu geben versucht habe, wie eine solche Schichtwolkenbank sich bildet, dient dazu, uns beide Thatsachen verständlich zu machen. Die relative Wärme der Atmosphäre über dem Meere während des Winters verhindert die Bildung von Schichtwolken. Und wiederum hat das Aufhören der allgemeinen niedergehenden Strö-

mung, oder der Beginn aufsteigender Strömungen, nothwendig den Aufbruch oder Abzug der Anticyclone zur Folge.

Der Gegenstand meines heutigen Vortrages dehnt sich eigentlich grenzenlos aus und ich durfte nur sehr wenige Punkte von Interesse hervorheben, welche er umfasst. Sollte es mir mit der Auswahl, welche ich getroffen, gelungen sein, Ihr Interesse für einen merkwürdig vernachlässigten Zweig der Wissenschaft wachzurufen, so habe ich alles erreicht, was ich in dieser kurzen Spanne Zeit zu erreichen wünschen durfte. Auf jeden Fall möchte ich zum Schluss der Hoffnung Ausdruck geben, dass Einigen von uns die nicht unmögliche Aufgabe zufallen möge, durch ununterbrochene genaue Beobachtungen das Material für eine noch nicht geborene Wissenschaft der Nephologie zusammenzubringen; und dass uns Allen die Gelegenheit werde, durch ein sorgfältigeres Studium einiger der am wenigsten bekannten aber feinsten Vorgänge der mächtigen Natur, den Freuden des Lebens eine neue hinzuzufügen.

METEOROLOGISCHE VORLESUNGEN.

FÜNFTE VORLESUNG

VON

GEORGE JAMES SYMONS.

Regen, Schnee, Hagel und atmosphärische Elektricität.

Regen.

Was Regen ist. — Da mein Freund, Herr Dr. Mann, die Bedingungen, unter denen Wasser in der Atmosphäre vorkommt, ziemlich eingehend geschildert hat, so ist es mir erlaubt, die ersten drei Worte in dem Auszuge meines Vortrages sehr kurz zu verabschieden, und dies kann mit den vier Worten geschehen: Regen ist condensirter Wasserdampf. Doch im Falle Jemand anwesend sein sollte, der verhindert war, dem ersten Vortrage beizuwohnen, will ich eine kurze Erläuterung geben. Die Atmosphäre besteht aus Sauerstoff, Stickstoff, Staub und allerlei verschiedenen Stoffen, und dies Alles wird als trockene Luft classificirt. Daneben besitzt sie aber ebenfalls eine wechselnde Wassermenge im Zustande des Dunstes. Je heisser die Luft, um so mehr Dunst vermag dieselbe in sich aufzunehmen, und diese Capacität der Luft für Feuchtigkeit wächst bei steigender Wärme in zunehmendem Maasse. Wenn man einen Kubikmeter gesättigter Luft von 33° C. und einen anderen von 0° C. mischt, so erhält das Ganze eine Durchschnittstemperatur von

$16^1/_2$ ° C. Der Dampf, welchen die Luft bei 33° C. aufnehmen kann, beträgt pro Kubikmeter 35,7 g, bei 0° C. dagegen 4,9 g; somit würden unsere 2 Kubikmeter 40,6 g oder im Durchschnitt jeder 20,3 g enthalten. Bei der Temperatur der Mischung kann die Luft indess nur 14 g fassen, daher muss der Ueberschuss von 6,3 g als Regen niederfallen.

Woher derselbe kommt. — Auch diese Frage liesse sich, was unser Land betrifft, mit zwei Worten beantworten — von Westindien. Indessen sind hierzu weitere Einzelheiten nöthig. Es hat Jemand, ich glaube, es war der verstorbene Commander Maury, die Atmosphäre mit einer Dampfmaschine verglichen, deren Kessel die tropischen Meere und deren Condensatore die gemässigten Zonen und die Bergesgipfel im Allgemeinen sind. Dies ist annähernd richtig. Die scheitelrechte Sonne erhebt grosse Flächen des Oceans zu der Temperatur von 26° C. und höher, bedeutende Verdunstung erfolgt und jeder Kubikmeter Luft in den Tropen enthält, wie man annehmen kann, annähernd 18 g Wasserdunst bei der Temperatur von $24^1/_2$ ° C. Wird nun jene Luft nach den britischen Inseln übergeführt und ihre Wärme auf die Durchschnittstemperatur derselben, also auf etwa 10° C. reducirt, so muss sie sich fast der Hälfte ihres Dampfes entledigen und bleibt selbst dann noch vollkommen gesättigt. Setzt man an Stelle von Gramm und Meter Tonnen und Meilen und erwägt die ungeheure Ausdehnung der tropischen Meere, so wird es nicht schwer, sich zu erklären, warum die Winde aus diesen Regionen allen kälteren Ländern Regen bringen, über die sie hinziehen.

Warum er fällt, ist schon zum Theil in dem vorhergehenden Abschnitt erklärt, doch möchte es gut sein hervorzuheben, dass, da die Hauptursache des Re-

gens Condensation durch Kälte ist und die Hügel in der Regel kälter sind als die Winde, die sie treffen und gleichfalls die Luft in grössere und kältere Höhen emporwerfen, wir naturgemäss die grösste Regenmenge in hügeligen Districten antreffen, die den Luftströmungen ausgesetzt sind, welche direct von wärmeren Meeren kommen.

Wie der Regen gemessen wird. — Dies ist eine so einfache Sache, dass es kaum angebracht erscheint, bei derselben zu verweilen. Doch selbst das einfachste Verfahren lässt sich falsch angreifen, und da nichts schlimmer ist als schlechte Beobachtungen, so werde ich ziemlich ausführlich auf den Gegenstand eingehen. Wir wünschen zu wissen, wie viel Regen fällt, d. h. wie hoch das Wasser nach einem gefallenen Regen über dem Boden stehen würde, wenn nichts davon in den Boden eindränge oder abflösse. Angenommen, der Boden dieses Zimmers sei mit Mörtel bedeckt und rund herum mit einem Rande versehen, um das Abfliessen des Wassers zu verhüten, so würde dies wohl gewiss eine genaue Messung des gefallenen Regens gestatten? Nein, durchaus nicht! Denn es wäre sehr schwierig, genau die Tiefe des Wassers zu messen und dann würde die Verdunstung aus einer so grossen Fläche sehr bald die zu messende Menge verringern. Es wird daher stets bei den Regenmessungen irgend eine Art Trichter verwandt.

Verschiedene Modelle von Regenmessern. — Ich will Ihnen nicht alle die verschiedenartigen Modelle von Regenmessern — wohl nahe an hundert — vorführen, welche bis jetzt in Anwendung gekommen sind, sondern zwei auswählen, die beide Typen der am meisten gebräuchlichen Wassermesser sind. Wegen seiner ausserordentlichen Einfachheit nehme ich zuerst den Regenmesser, der in sehr nassen, bergigen Districten be-

nutzt wird. Er besteht einfach aus einem doppelten Cylinder, der äussere zum Schutz, der innere, um den Regen zu fassen. Der letztere Cylinder ist genau von demselben Umfange wie die Mündung des Messers, wenn daher ein Zoll Regen fällt, so wird das Wasser in dem inneren Cylinder einen Zoll hoch stehen. Ein Schwimmer ruht auf dem Wasser und sobald man zu wissen wünscht, wie viel Regen gefallen ist, wird eine Ruthe, die in Zoll und Viertel abgetheilt ist, hinuntergelassen, bis sie auf den Schwimmer trifft; die Höhe, in welcher sich die Ruthe über der Aufnahmeoberfläche befindet, giebt die Höhe des gefallenen Regens an. Ich brauche nicht zu erwähnen, dass dies ein einfaches Modell ist, doch es ist genau, da diese Messer in der Regel bis auf 4 oder 5 Proc. mit den gewöhnlichen Regenmessern übereinstimmen. Zweitens nehme ich einen fünfzölligen Snowdon-Regenmesser, weil dies das Modell ist, von dem gegenwärtig die grösste Anzahl verwandt wird. Wie man sieht, fliesst das Wasser bei einem gewöhnlichen Regen in die Flasche und jede Verdunstung wird verhütet, da der einzige Ausweg zu der äusseren Luft durch den langen Hals der Flasche geht. Wenn der Regen die Capacität der Flasche übersteigt, oder das Gefrieren des Wassers die Flasche sprengt, ist die Messung nicht verloren, weil das Wasser im Cylinder festgehalten wird und dann noch gemessen werden kann. Die Messung wird erzielt, indem man das Wasser in ein graduirtes Glas giesst, und da die Fläche desselben vielleicht nur ein Zehntel derjenigen des Trichters beträgt, so ist es klar, dass ein Zoll Regen ein solches Glas 10 Zoll hoch füllen muss.

Die beste Grösse, Form etc. — Erfahrungen haben gelehrt, dass es von keinem Belang ist, welchen Umfang die Oberfläche des Recipienten hat, auch macht

es nicht viel Unterschied, ob die Fläche rund oder viereckig ist. Kreisförmige Regenmesser sind indessen sicher die besseren: 1) weil es leichter ist, einen richtigen Kreis als ein richtiges Viereck herzustellen, und 2) weil der Einfluss des Randes (oder das Verhältniss des Umfanges zur Fläche) weniger bei einem Kreise als bei jeder anderen Gestalt beträgt.

Was das Material für Regenmesser anbelangt, so ist kein Zweifel, dass Kupfer am besten ist; doch hier ein Wort an die Fabrikanten: Viele kupferne Regenmesser werden dadurch verdorben, dass in den Rand ein Eisendraht eingelegt wird, das Eisen rostet und die Regenmesser sehen nicht gut aus. Ein umgebogener Kupferrand ist an sich selbst stark genug und der Eisendraht ist einfach eine Veranlassung zur Schwächung. Blech, mit japanischem Lack überzogen, ist billiger als Kupfer und hält ungefähr zehn Jahre, doch Kupfer hält — nun, länger als irgend ein Beobachter aus.

Mechanische Regenmesser. — Unter mechanischen Regenmessern verstehe ich diejenigen, bei denen das Wasser durch die eigene Schwere einen Mechanismus in Bewegung setzt. Da diese Arten Regenmesser indess fast alle schlecht sind und selten benutzt werden, will ich ohne weitere Bemerkung über dieselben hinweggehen.

Es ist im höchsten Grade wichtig, genau die Menge des Regens zu kennen, welche jedesmal in kürzeren Pausen fällt. Zu diesem Zwecke sind jedoch die gewöhnlichen Regenmesser von geringem Nutzen; denn, abgesehen von der persönlichen Unbequemlichkeit im Regen zu stehen, um denselben in kurzen Zwischenpausen zu messen, würde die Beobachtung durch die häufige Intervention beeinträchtigt werden. Ich habe deshalb

zwei Arten solcher Regenmesser erdacht, um Unbequemlichkeiten und Irrthümer zu vermeiden. Der erste Plan war, einen kleinen Trichter auf der Spitze einer langen engen Röhre zu befestigen, deren Umfang so beschaffen, dass ein Zoll Regen zwei Fuss der Röhre füllen würde; die Röhre war auf einem schwarzen Brette angebracht, und ein weisser Schwimmer oben auf dem Wasser zeigte den gefallenen Regen an. Ein Ueberfliessrohr gestattete, die Messung auf zwei Zoll auszudehnen. Dieser Regenmesser war billig, leicht zu handhaben und genügte den beiden Anforderungen, vom Zimmer aus abgelesen zu werden und nicht mit den richtigen Ablesungen gewöhnlicher Regenmesser in Widerspruch zu gerathen. Doch er war unbequem zu leeren, bei Frostwetter leicht zum bersten geneigt, nicht für Nachtbeobachtungen zweckmässig und ausserdem blieb bei ausnehmend starken Regen eine genaue Ablesung sehr erschwert.

Ich habe hier ein bedeutend verbessertes Instrument, welches sehr einfach, sehr genau und soweit mir bekannt, fehlerlos ist. Der Regen fliesst durch den Trichter die Röhre entlang in einen Cylinder, in dem sich ein Schwimmer befindet, welcher, sobald das Wasser in den Cylinder eintritt, steigt und dabei zwei Zeiger in Umdrehung versetzt. Der längere (gleich dem Minutenzeiger einer Uhr) vollführt eine Umdrehung für je einen Zoll Regen, der kürzere (gleich dem Stundenzeiger) bezeichnet die Anzahl der Zolle, bei dem vorliegenden Modell fünf Zoll. Diese Zahl hängt jedoch nur von der Länge des Cylinders ab, und durch eine einfache Verlängerung desselben könnte das Register auf 10 oder 20 Zoll ausgedehnt werden, je nach Bedürfniss, wo der Regen sehr stark ist.

Höhe. — Ich muss hier auch einiges über die Wirkung der Höhe sagen, in der ein Regenmesser über der

Oberfläche der Erde angebracht wird. Schon vor länger als einem Jahrhundert war es bekannt, dass Regenmesser auf hohen Gebäuden weit weniger Regen sammelten als andere, die dem Erdboden näher waren. Die Thatsache, dass, je näher man den Wolken rückte, desto weniger Regen gesammelt wurde, erschien so befremdend, dass man an vielen Orten in dieser Beziehung Versuche anstellte. Die bekanntesten Versuche wurden im Jahre 1766, in unserer unmittelbaren Nähe, durch Dr. Heberden, F.R.S. angestellt, der drei gleiche Regenmesser anfertigen liess und einen davon in einem Garten in der Nähe der Westminster Abtei, einen auf dem Dache eines benachbarten Hauses und den dritten auf dem Mittelthurme der Abtei selbst anbringen liess. Das Resultat war, dass in dem Garten nahe der Abtei 22,61 Zoll fielen, auf dem Dache des Hauses 18,14 Zoll, auf dem Thurme der Abtei 12,10 Zoll. Aehnliche Versuche, sowie Abänderungen derselben, sind an vielen Orten und fast immer mit gleichen Erfolgen angestellt worden. Ueber die wahre Ursache dieser Abnahme hat man lange heftig gestritten und bis zu diesem Augenblicke ist die Thatsache noch nicht vollständig erkärt. Man scheint jedoch jetzt diese Abnahme hauptsächlich dem Winde zuzuschreiben, obgleich ich selbst nicht genau begreife, auf welche Weise der Wind diese Wirkung hervorbringt. Vor einigen Jahren liess Herr Chrimes aus Rotherham eine Reihe von Regenmessern auf seine eigenen Kosten errichten, deren Trichter nicht horizontal, sondern in Winkeln von $22^1/_2{}^0$, 45^0, $67^1/_2{}^0$ und 90^0 umgebogen waren, und die durch Wetterfahnen dem Winde zugekehrt gehalten wurden. Bei der Bearbeitung der Beobachtungen gelangte ich zu Ergebnissen, denen zufolge der vorwiegende Einfluss der Geschwindigkeit des Windes unbe-

streitbar scheint. Neuerdings hat Herr Dines auf dem Thurme seiner Besitzung in Hersham Versuche ähnlichen Charakters angestellt, und diese erweisen sich nach den Analysen, die Herr Rogers Field über dieselben in dem Meteorological Magazine giebt, bemerkenswerth in Uebereinstimmung mit der Windrichtung.

Ich müsste wohl hinzufügen, dass, da diese Abnahme sich hinunter bis auf den Boden bemerkbar macht, es unerlässlich ist, dass Beobachter genau die Höhe der Mündung ihrer Regenmesser über dem Boden angeben, und dass, der Gleichförmigkeit halber, alle neuen Regenmesser einen Fuss über dem Grase stehen sollten.

Nothwendigkeit der Inspicirung der Regenmesserstationen. — Eine Inspicirung klingt immer wie Misstrauen, und es ist nicht zu leugnen, dass dies auch die ursprüngliche Veranlassung zu derselben ist. Die Messung der fallenden Regenmenge ist so einfach und leicht, und die Regeln für Beobachter sind so einfach, dass eigentlich keine Inspicirung nöthig scheinen sollte. Dennoch ist dies der Fall; und sehr ist es zu beklagen, dass aus Mangel an genügenden pecuniären Mitteln diese Inspicirung nicht umfassender ausgeführt wird. Der einzige Trost ist, dass erstens Regenmesser mit groben Fehlern und gute Regenmesser an ungeeigneten Orten jetzt weit seltener sind als früher; und dass zweitens, da die Stationen weit zahlreicher sind, irrige Aufzeichnungen weniger leicht der Entdeckung entgehen. Zu Beginn der Inspicirung ergaben sich einige sehr grobe Unzuträglichkeiten; so stand beispielsweise ein Regenmesser thatsächlich unter einem Baume, ein anderer dem Hause so nahe, dass, wenn Schnee vom Dache fiel, dieser in den Regenmesser stürzte; der Rand eines anderen Regenmessers war $^1/_4$ Zoll dick, anstatt haarscharf zu sein.

Doch im Ganzen stimmen die Beobachtungen, sowohl ältere wie neue, ziemlich genau überein; eine kürzliche Reduction einer Gruppe von ungefähr zwölf Stationen auf einer ziemlich gleichmässigen Landesstrecke, zeigte nur eine einzige abweichende Verzeichnung, alle anderen stimmten bis auf einen Zoll überein.

Statistik der gefallenen Regenmenge. — Es ist immer unangenehm, über eine Arbeit zu sprechen, die man selbst ausgeführt hat. Ist sie von Erfolg gekrönt gewesen, so scheint sich der Sprechende selbst zu loben, ist sie misslungen, so wird er dieselbe schwerlich gern erwähnen. Da mir die Aufstellung einer Statistik der in diesem Lande gefallenen Regenmenge, von dem ersten grossen Versuch vor zwanzig Jahren an bis zu der gegenwärtigen Zeit obgelegen hat, so werde ich mit Ihrer Erlaubniss über jenen Gegenstand hinweggehen und nur einfach über den gegenwärtigen Stand der Angelegenheit reden. Was erstens die Beobachter anbelangt, so sind dies grösstentheils freiwillige, Freunde der Wissenschaft, deren Zahl sich auf annähernd 2000 beläuft. Ausserdem besitzen wir jedoch gewisse amtliche und halbamtliche Stationen, so dass sich die gesammte Zahl der Regenmesser, die gegenwärtig regelmässig in diesem Lande beobachtet werden, auf ungefähr 2200 beziffert. Darunter sind 1700 freiwillige Stationen und 500, die unter der Aufsicht einer der folgenden Körperschaften stehen, nämlich: des Meteorological Council, der Meteorological Society, des Board of Northern Lighthouses, des Herrn Glaisher und der Manchester, Sheffield und Lincolnshire Eisenbahn. Mit einer Zuvorkommenheit, die ich vollkommen zu würdigen weiss, sendet mir jede dieser Körperschaften eine Copie ihrer Verzeichnisse, so dass ich in den Stand gesetzt bin, fast die gesammten in diesem Lande gesammelten Beob-

achtungen (sicher 99 Proc. derselben) zu concentriren. Der Vortheil einer solchen Concentration liegt auf der Hand; und dieser Dienst ist auch zum Theil gegenseitig, denn unter einer solchen Menge von Berichten ist es weit leichter Irrthümer zu entdecken, als wenn nur wenige zur Vergleichung vorhanden sind. Die freiwilligen Beobachter, deren ich bereits erwähnte, schicken nicht allein regelmässig ihre Berichte ein, sondern sie tragen auch zur Bestreitung der unvermeidlich hohen Kosten bei, welche die Bearbeitung und Veröffentlichung der Statistik erfordert. Auf diese Weise nur ist es mir möglich, zu einem verhältnissmässig niedrigen Preise jährlich eine Aufstellung der Beobachtungen der Niederschläge herauszugeben, die während des vergangenen Jahres auf den britischen Inseln gemacht worden sind. Fast alle Beobachtungen sind um 9 Uhr Vormittags angestellt, und es ist ein Beweis grosser Selbstverläugnung und Bereitwilligkeit der Wissenschaft zu dienen, dass, sobald die neunte Stunde über die britischen Inseln, von Lowestoft bis zum Westen Irlands, dahinzieht, circa 1500 bis 2000 Personen jeder gesellschaftlichen Stellung, vom Pair bis zum Bauersmanne, unbekümmert darum, wie rauh auch das Wetter sein mag, hinaustreten, um die tägliche Messung der gefallenen Regenmenge vorzunehmen. Ueber die Lage dieser Stationen giebt die Karte am besten Auskunft, doch ist dieselbe bereits mehrere Jahre alt und die gegenwärtige Vertheilung der Stationen eine noch günstigere. Bei einem solchen grossen Stabe von Beobachtern kommen beständig Veränderungen durch Todesfälle oder Wohnungswechsel vor, und es erfordert eine ununterbrochene Wachsamkeit, um das ganze Land stets vollständig versorgt zu halten. Augenblicklich fehlt es uns

dringend an Beobachtern zwischen Thirsk und Whitby und auch im S.-S.-W. von Irland.

Nutzanwendung der Statistik der Niederschläge für das praktische Leben. — Diese ist sehr vielseitig. Alles Wasser in unseren Flüssen, Seen und Brunnen ist angesammelter Regen, sowie auch jeder einzelne Wassertropfen, den wir verwenden. Notizen über die Niederschläge sind häufig für sehr eigenthümliche Zwecke nothwendig. Als Beispiel will ich einen Fall anführen. Ein Chemiker erfand eine Methode, die eine weniger häufige Besprengung der Strassen gestattete; und zwar erreichte er dies dadurch, dass er unter das Wasser gewisse chemische Bestandtheile mischte, die darauf berechnet waren, Feuchtigkeit aus der Luft zu ziehen; er ging einen Contract mit einer Gemeindeverwaltung ein und sollte vierteljährlich eine bestimmte Summe erhalten, abzüglich der Kosten, falls die Behörden eine Extrabesprengung für nöthig erachten würden. Das Uebereinkommen schloss natürlich ein, dass, falls seine Methode sich bewährte, kein Abzug gemacht würde. Die eingewurzelte Anhänglichkeit an die Bewässerungskarren war jedoch so gross, dass ein bedeutender Abzug in Rechnung gebracht wurde. Der Erfinder verschaffte sich Details, zu welcher Zeit die Karren abgesandt worden, um die Strassen zu bewässern, und legte dann Berichte über die Niederschläge vor; diese zeigten, dass die Karren ausgesandt worden waren während es regnete!

Entwässerung. — Ausser von einem irischen Ingenieur, habe ich nie die Behauptung aufstellen hören, dass, sich ohne jede Kenntniss der Niederschläge, die Entwässerung in vollkommener Weise ausführen lasse. Das Umgekehrte ist natürlich das Richtige, denn in Städten muss man das Maximum des Platzregens kennen, den

man zu bewältigen hat, wie man bei Brücken die grösste Höhe der Fluth wissen muss, welche diese durchzulassen haben. Es giebt jedoch noch tiefere, wissenschaftlichere und sehr werthvolle Dienste, welche genaue Daten der Niederschläge, im Verein mit einer verbesserten hydraulischen Einrichtung, in fast allen Ländern Europas, ausser England, geleistet. Bei uns hat man eine solche Verehrung für alt herkömmliche Gebräuche, dass man einen Mann, der fünfzig Jahre lang seinem Nachbar geschadet hat, dafür entschädigen muss, dass er damit aufhört. Es wird wohl annähernd der Wahrheit entsprechen, wenn man annimmt, dass die hydrologische Commission von Lyon und der Seine, Frankreich Millionen und abermals Millionen von Francs erspart hat, und ebenso wahr, dass die englische Regierung der Themse gestattet hat, Schaden in einem gleich hohen Betrage anzustiften.

Fluthwarnungen. — Indem ich auf Lyon und Paris hinwies, wo ein System der Fluthwarnungen in voller Thätigkeit ist, habe ich schon diesen Gegenstand berührt. In beiden Fällen sind Stationen für die Messung der Niederschläge errichtet; dem Centralbureau werden tägliche Berichte eingesandt und die Erfahrung, welche man aus der täglichen Uebung geschöpft, ist so gross, dass keine Fluth je eine der beiden Städte erreicht, bevor das Eintreffen derselben nicht schon lange dort gemeldet ist, und gewöhnlich stimmt die vorhergesagte Höhe bis auf wenige Zoll. Ich will durchaus nicht behaupten, dass die Ueberschwemmungen der Themse verhütet oder genau vorhergesagt werden könnten, doch da unsere grossen Regengüsse in der Regel nur langsam von Westen nach Osten ziehen und die etwas poröse Beschaffenheit Englands ein Eindringen des Regens zulässt, bleibt Zeit genug, Vorkehrungen zu treffen,

um die gegenwärtig herrschenden Uebelstände zu mildern.

Wasserwerke. — London ausgenommen, dessen Bewohnern das Wasser der Themse so zu munden scheint, dass sie nach keinem solchen von reinerem Ursprunge verlangen, kann man mit ziemlicher Wahrheit behaupten, dass die halbe ländliche Bevölkerung des vereinigten Königreichs mit Trinkwasser durch Gravitations-Wasserwerke, d. h. durch die Ansammlung und Aufhäufung von Niederschlägen in höher gelegenen Bezirken, versorgt wird. Dies ist ein weiterer Berührungspunkt zwischen den Forschungen nach Niederschlägen und dem praktischen Leben. Denn eine genaue Kenntniss der gefallenen Regenmenge ist unerlässlich zur richtigen Entwerfung solcher Anlagen und zur Feststellung des Betrages an Compensationswasser, das für den Verbrauch der Mühlenbesitzer die Ströme hinab gesandt werden muss.

Lachsfischerei. — Dies ist ein Gegenstand, der auf den ersten Blick in keiner sehr nahen Beziehung zu den Niederschlägen zu stehen scheint, doch Forschungen, die durch Herrn Horsfall bis in das achtzehnte Jahrhundert zurückgeführt worden sind, ergeben einen engen Zusammenhang der Niederschläge eines Jahres mit dem Gewichte der auf den Markt gebrachten Lachse im nächsten Jahre.

Zuckergewinnung. — Eine der eingehendsten Forschungen, die jemals über die gefallene Regenmenge unternommen, wurde unter der Oberleitung Sir Rawson Rawson's während seiner Thätigkeit als Gouverneur von Barbados angestellt. Eine Copie dieses werthvollen Berichtes befindet sich in der Bibliothek der Gesellschaft; ich brauche deshalb nur zu erwähnen, dass Sir Rawson Rawson einen engen Zusammenhang

zwischen der gefallenen Regenmenge und der totalen Zuckerproduction der Insel nachweist, und gleichfalls, dass es möglich ist, bis auf enge Grenzen im Voraus den Ertrag der Ernte anzugeben.

Einwirkung der Höhe auf die Niederschläge. — Ich gehe nun von den Angaben über die Niederschläge zu einigen der bis jetzt erzielten leitenden Resultate über. Man wird sich vielleicht erinnern, dass ich zu Anfang meines Vortrages aussprach, kalte Hügelkuppen wirkten als Condensatore. Ich bin nicht ganz sicher, dass die Regen erzeugende Wirkung derselben allein ihrer Temperatur zuzuschreiben ist, doch, indem wir den streitigen Grund und Boden verlassen, gelangen wir zu der unleugbaren Thatsache, dass unter gewöhnlichen Verhältnissen eine allmälige Abnahme der Niederschläge proportional der Höhe der Oertlichkeit über der Meeresfläche statthat. Nach oberflächlicher Schätzung nimmt die Regenmenge um 3 oder 4 Proc. ihres Werthes an der Meeresfläche für jede 100 Fuss Höhe über dem Meere zu. Wenn beispielsweise die Regenmenge in dem niedrigsten Theile Londons 24 Zoll beträgt, würden wir auf dem höchsten Punkte Hampstead's (400 Fuss) ungefähr 27 Zoll finden. Diese Regel, die zwar im Allgemeinen der Wahrheit ziemlich nahe kommt, ist aber häufig grundfalsch, besonders in Bergbezirken. Offenbar wird die Anwendung derselben durch die Thatsache beschränkt, dass, da der Regen aus den Wolken kommt, die Zunahme aufhören muss, sobald die Höhe der Oertlichkeit derjenigen der Wolken gleichkommt, und so stellt es sich auch heraus, denn die Regenmesser auf der Höhe von Scawfell, Great End, Helvellyn etc. sammeln weniger als diejenigen in den benachbarten Thälern, weil sich die Regenmesser auf diesen

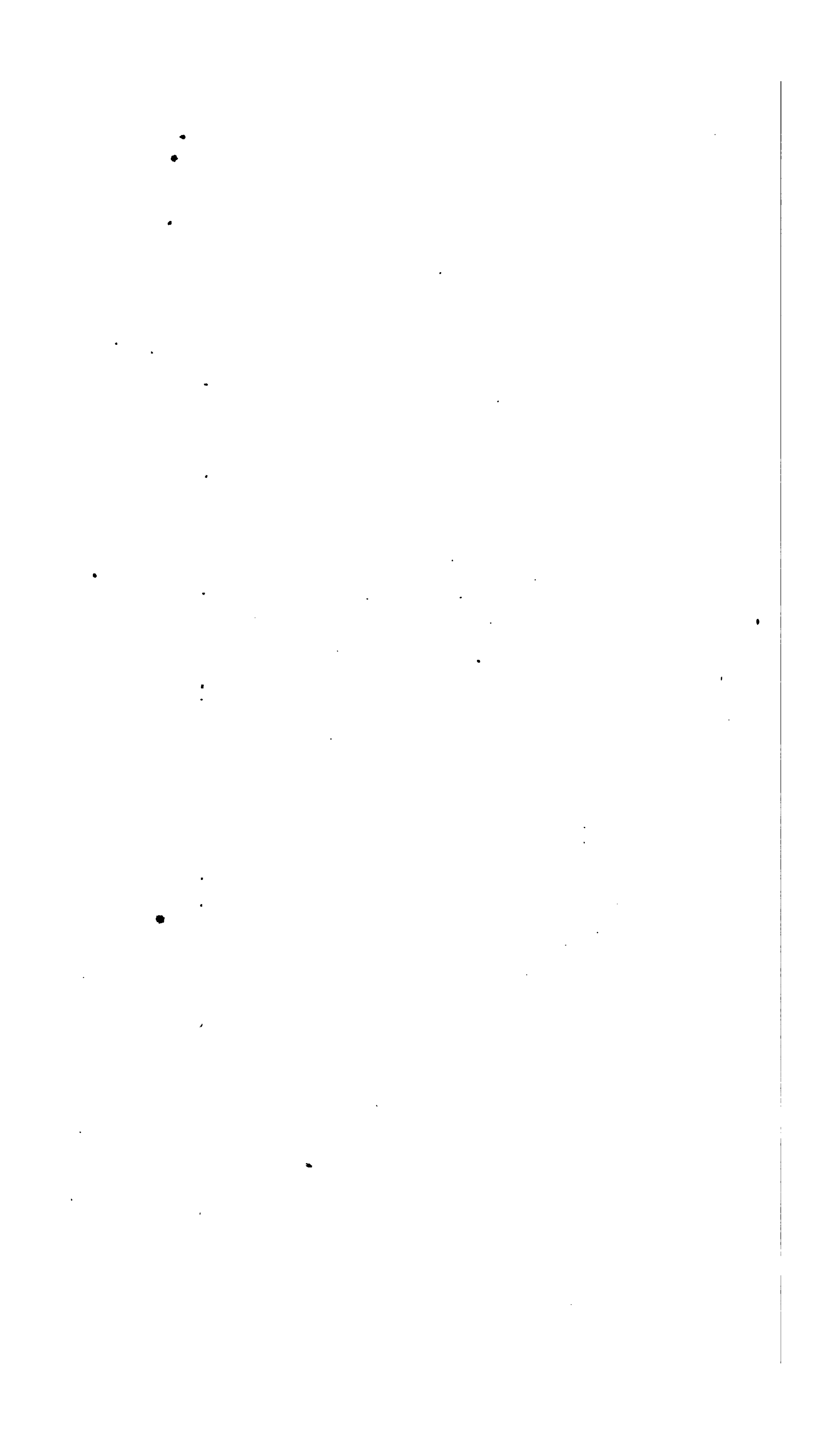
Bergesgipfeln häufig über den Wolken befinden. Auch entstehen Unregelmässigkeiten durch die verschiedenen Zustände, welche an jeder Seite eines Hügels vorherrschen, da die Zunahme am südwestlichen Abhange verschieden von derjenigen am nordöstlichen ist, und beide wiederum von der Höhe der Kuppe abhängen. Genaue Feststellungen dieser Zunahme wären sehr erwünscht.

Einzelheiten über die Durchschnittsniederschläge auf den britischen Inseln und einigen ausländischen Stationen. — Einen Vortrag mit langen Zahlenreihen anzufüllen, wäre nicht angebracht, und doch sind Zahlen das Ende und das Ziel aller Regenmessungsarbeiten. Ich muss deshalb versuchen, die Hauptzüge hervorzuheben und die Einzelheiten so weit als möglich im Hintergrunde zu halten. Zuerst also hat man lange von Durchschnittsniederschlägen geredet, doch wurde diese Bezeichnung auf sehr ungenaue Beobachtungen basirt. Man nahm den arithmetischen Durchschnitt irgend einer Anzahl jährlicher Werthe, deren man habhaft werden konnte, ohne im Geringsten zu beachten, ob dies gewöhnliche Jahre, oder ob es sehr nasse oder sehr trockene Jahre waren; und sofort kündigte man jenen arithmetischen Durchschnitt als den mittleren Niederschlag des betreffenden Ortes an. Der Irrthum bei dieser Art von Bearbeitung ist um so grösser, je kürzer die Periode (falls dieselbe nicht speciell ausgewählt ist), und er verschwindet, wenn die Periode zwanzig Jahre oder mehr umschliesst. Bei der Aufstellung einer Tabelle der Durchschnittsniederschläge giebt es zwei Uebel, zwischen denen uns die Wahl bleibt. Je länger die Beobachtungsperiode, um so zuverlässiger ist das daraus abgeleitete Mittel, doch wenn man nur mit langjährigen Verzeichnissen arbeitet, werden grosse Landesstrecken ohne solche

bleiben. Arbeitet man mit Aufzeichnungen von wenigen Jahren, so sind die Mittel leicht Irrthümern durch nicht genügend compensirte Ausnahmezeiten unterworfen. Ich habe zwei Wege eingeschlagen, diese Schwierigkeiten zu überwinden. Der eine ist, zuerst nur lange Beobachtungsreihen zu verwerthen, um das richtige Mittel derselben und das Verhältniss festzustellen, in dem die Niederschläge eines jeden Jahres zu dem Mittel der langen Periode stehen. Indem man diese Verhältnisse auf die Beobachtungen anwendet, die nur während weniger Jahre gemacht worden, erhält man eine sehr genaue Annäherung an das wahre Mittel für jene Stationen. Eine andere Methode ist, mehrere lange Reihen zu nehmen und dieselben für eine kurze Gruppe von solchen Jahren zu benutzen, deren Mittelwerth annähernd der gleiche ist als der Durchschnitt einer langen Periode. Die Jahre 1860 bis 1865 bilden eine solche Gruppe, und die Karte ist auf eine Berechnung der Durchschnittsniederschläge während jener sechs Jahre an allen Stationen, von denen ich Berichte erhalten konnte, basirt. Die Farbe ist je eine Stufe dunkler für eine Zunahme von fünf Zoll der jährlichen Durchschnittsniederschläge. Als die Karte angefertigt wurde, zeigte dieselbe so genau, wie die mir zur Verfügung stehende Zeit es erlaubte, die Vertheilung der Niederschläge über das Land; doch in den letzten Jahren ist die Zahl der Beobachtungsstationen so bedeutend vermehrt worden, dass ich bald eine weit genauere herstellen zu können hoffe. Die allgemeinen Züge werden ohne Zweifel so ziemlich dieselben bleiben, und die Veränderungen hauptsächlich in der Einschaltung localer Einzelheiten bestehen.

Die Karte ist an und für sich hinlänglich verständlich, so dass ich nicht viel darüber zu sagen brauche. Die

10
8
ATLANTISCHER OCE
Hebrid
Bloody Foreland
Erris Hd
Erne
L. Ree
L. Corrib
Galway
L. Derg
Shannon
Slieve Bloom Mts
Knockmealdown Mts
Suir
Waterford
Blackwater
Lee
Cork
C. Clear
8



Färbung ist da am tiefsten, wo die Totalniederschläge am stärksten sind, doch ist kein Versuch gemacht worden, besonders regenreiche Stationen getrennt zu bezeichnen, da alle, an denen mehr als 75 Zoll Regen per Jahr fällt, in Gruppen zusammengestellt sind. Die Punkte, an denen dieser Betrag übertroffen wird, sind sowohl klein an Umfang als wenig zahlreich; die bedeutendste dieser Oertlichkeiten befindet sich im Westen Schottlands, doch diejenige, wo die Beträge am grössten sind, ist der englische Landseebezirk, in dem mehrere Stationen jährliche Niederschläge von 100 Zoll aufweisen. Eine derselben, Seathwaite in Borrowdale, an dem südlichen Ende Derwentwaters, hat einen Durchschnitt von 140 Zoll; und ein wenig höher, an einem Hügelabhange in der Nähe von Stye Head, betragen die Durchschnittsniederschläge 175 Zoll oder ungefähr 15 Fuss, und in nassen Jahren beträchtlich über 200 Zoll oder 17 Fuss.

Niederschläge in anderen Ländern. — Es würde einen ganzen Abend beanspruchen, die Niederschläge des Erdballs eingehend zu behandeln. Aber auch aus einem anderen Grunde könnte ich dies nicht unternehmen, da uns nämlich über grosse Landesstrecken Berichte fehlen, und für andere die Genauigkeit zweifelhaft ist. Ich will nur erwähnen, dass, während Gegenden auf der Erdoberfläche existiren, wo Niederschläge so selten sind, dass jene Regionen als regenlos bezeichnet werden, es andere giebt, wo die Niederschläge 24 Mal so stark als in London sind. Beide Extreme trifft man in Indien oder an dessen Grenzen an, z. B. in Currachee, im N.-W. Indiens, wo die jährliche Durchschnittsregenmenge nur 7 Zoll, und weiter nach N.-W., wo sie noch weniger beträgt; auf den Khasiahügeln hingegen, im N.-O. von Calcutta, wird der Durchschnitt gewöhnlich auf 610 Zoll

(oder 51 Fuss) angegeben, doch sind mir neuerdings keine Angaben von jener Station zu Gesichte gekommen.

Ich darf Ihnen jedoch nicht den Eindruck hinterlassen, als ob kein Fortschritt zu einem genauen Ueberblick der Niederschläge des Erdballs gemacht würde; die Arbeit ist aber so ungeheuer, dass wir gegenwärtig nur erst fragmentarische Einzelbeschreibungen besitzen. Ich will kurz einige der besten erwähnen; für Europa die Regenkarte von Dr. Otto Krümmel; für Indien die Karte, welche, wie ich glaube, zuerst von Dr. Brandis zusammengestellt wurde und jährlich in dem Blaubuch, East India (Fortschritt und Beschaffenheit) zum Abdruck kommt; für die Vereinigten Staaten in den Smithsonian-Tabellen von Schott; und für Afrika in dem sehr originellen und interessanten Artikel von Keith Johnston in Stanford's kürzlich erschienenem Buche. Dank der Energie des Herrn Todd in Adelaide werden wir auch bald sogar Manches über die Niederschläge von Central-Australien erfahren.

Vertheilung der Niederschläge auf die verschiedenen Jahreszeiten. — Diese Vertheilung der Niederschläge ist in manchen tropischen Regionen sehr hervortretend, so beispielsweise in Bombay, wo während der vier Monate von Juni bis September 67 Zoll Regen fallen, im October 2 Zoll, was in fünf Monaten 69 Zoll macht und nur 1¼ Zoll in den sieben Monaten vom October des einen bis zum Juni des nächsten Jahres. An anderen Stationen kommen Niederschläge das ganze Jahr hindurch fast täglich vor. In Grossbritanien sind die Niederschläge fast gleichmässig über das ganze Jahr vertheilt. An wenig regenreichen Stationen ist der October gewöhnlich der nasseste Monat, ausgenommen an Orten, wo während des Juli oder August wiederholt bedeutende Gewitterregen

vorgekommen sind. An nassen Stationen hat die Nähe von Gebirgen eine charakteristisch hervortretende Wirkung auf die Curve der monatlichen Niederschläge, da sie dieselben in den Wintermonaten so vermehrt, dass December oder Januar zu den nassesten Monaten des Jahres zählen.

Dies ist ein Umstand, der von Wasserbau-Ingenieuren noch nicht allgemein anerkannt, jedoch von grosser Wichtigkeit ist, denn die Sommerregen werden durch Verdunstung so reducirt, dass es die Winterniederschläge sind, die den grössten Nutzen gewähren, und ihr unverhältnissmässiges Uebermaass in Gebirgsgegenden trägt in hohem Grade zu der Ergiebigkeit jener Districte bei.

Die täglichen Niederschläge und Gewitterregen. — Diese beiden Punkte meines Vortrages lassen sich nicht trennen und deshalb erwähne ich dieselben vereint. Tägliche Niederschläge in geringen Mengen erfordern keine specielle Betrachtung; solche in grossen Mengen sind gewöhnlich Stürmen zuzuschreiben. Auf den britischen Inseln ist der grösste Betrag eines Tages in jedem Jahre und an allen Stationen ungefähr $1^1/_2$ Zoll, doch kein Jahr vergeht, ohne weit heftigere Niederschläge an gewissen Stationen, unter denen an einer oder an mehreren immer mehr als 4 Zoll fallen (daraus erhellt, dass alle Regenmesser wenigstens diese Menge halten müssen). Die gröste Regenmenge, welche innerhalb 24 Stunden über die britischen Inseln ausgegossen werden kann, ist nicht bekannt. Eine Messung des am 9. Juli 1870 zu Black Hambledon bei Todmorden gefallenen Wassers zeigte, nach dem dortigen Beobachter, Herrn Greenwood, einen Niederschlag von mindestens 9 Zoll an, und als sich am 6. August 1857 der unheilvolle Regenguss in Scarborough zutrug, ergab sich, dass der

einzige Regenmesser der Stadt, welcher $9^1/_2$ Zoll fasste, voll und übergeflossen war.

Diese britischen Niederschläge verschwinden jedoch völlig gegenüber denjenigen, die durch die Monsunregen in Indien hervorgebracht werden; so wie beispielsweise 15,31 Zoll am 27. Juni 1869 in Bombay, und 25,49 Zoll am 1. Juli 1851 in Cherrapoonjee.

Säcular-Variation. — Dieser Ausdruck hat nicht meinen Beifall. Ich brauche nicht zu erwähnen, dass derselbe keinen Bezug auf temporäre Erscheinungen hat zur Unterscheidung von anderen, ebenso wenig bezieht er sich, wie einige Wörterbücher angeben, vorzugsweise auf Ereignisse, die nur einmal in einem Jahrhundert vorkommen. Man kann dafür auch nicht Periodicität sagen, weil dies die Wiederholung identischer Phänomene zu periodischen Zeiten bedeutet, während alles, was ich auszudrücken wünsche, die Idee von Veränderungen ist, die sich durch lange Zeiträume von Jahren verfolgen lassen.

In dem Report of the British Association für 1866 gab ich die sämmtlichen Details einer Berechnung, durch die ich die annähernden Niederschläge eines jeden Jahres von 1726 bis 1865 erhielt, und obgleich dieselbe kein Licht auf ein Gesetz der Nacheinanderfolge von nassen und trockenen Jahren warf, so trat doch eine recht beunruhigende Thatsache zu Tage. Zum Zweck der Anlage von Wasserwerken stützen sich die Ingenieure häufig auf den Ertrag von drei auf einander folgenden trockenen Jahren und nehmen an, dass der Durchschnitt von drei solchen Jahren $^1/_6$ weniger als das Mittel einer langen Periode betrage, d. h., dass er ungefähr 83 Proc. der Wirklichkeit ausmache. Um die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts gab es eine Periode auf einander folgender Jahre, von 1737 bis 1750 einschliesslich, mit einem

Durchschnittsniederschlag von 71 Proc.; nehmen wir bei diesen Beobachtungen einen Irrthum von 10 Proc. an, so bleiben dennoch 13 auf einander folgende Jahre mit nur 78 Proc., anstatt dreier Jahre mit 83 Proc. Eine solche Dürre würde unter den veränderten Verhältnissen der Jetztzeit bedeutende Unbequemlichkeiten und Leiden verursachen. Ich sehe keinen Grund, warum eine solche Periode nicht wieder eintreten sollte und mir ist jedenfalls Niemand bekannt, der eine solche Möglichkeit in Erwägung gezogen hätte.

Schnee.

Was Schnee ist. — Schnee ist Eis. Ja, die weiche Schneeflocke, die auf einem Spinnengewebe ruhen kann ohne es zu zerbrechen, ist aus demselben Material gemacht, welches die Last von Tausenden von Menschen und Fuhrwerk fast in jedem Gewichte tragen kann. Es fällt dem Laien schwer, sich klar zu machen, dass der Schnee eine feste Substanz und die bewunderungswürdige Leichtigkeit, Weisse und Weichheit desselben einzig dem ausserordentlich zarten Baue zuzuschreiben ist. Schnee ist gefrorener Dunst, und falls derselbe im Niedersinken keine Luftschichten mit einer höheren Temperatur wie die des schmelzenden Eises antrifft, oder dieser Temperatur auf der Erdoberfläche begegnet, sinkt er in Figuren von so ausserordentlicher Schönheit nieder, dass meine Worte nicht im Stande sind, die Pracht derselben annähernd zu beschreiben. Ich entlehne daher eine Beschreibung der meisterhaften Feder John Tyndall's.

Er schildert einen Schneefall auf dem Monte Rosa als „eine Schauer gefrorener Blumen. Alle waren sechs-

blätterig; einige der Blätter liefen in farrenartige, gezahnte Rippen aus, andere waren abgerundet und wieder andere pfeilartig zugespitzt; einige Blätter waren dicht, andere netzartig, doch niemals fand sich eine Abweichung von der sechsblätterigen Gestalt. Die Natur schien gewillt, uns einen Ersatz für den Mangel an Fernsicht bieten zu wollen und schüttete deshalb diese lieblichen Eisblüthen über uns aus. Hätte mich ein Berggeist um meine Wahl befragt — die Aussicht, oder gefrorene Blumen — ich würde gezaudert haben, ehe ich diese herrliche Vegetation aufgegeben hätte. Der Gedanke daran erfüllt mit Erstaunen, der Anblick mit Entzücken. Denken wir uns das Auge mit einer mikroskopischen Kraft begabt, die ausreicht, die Moleküle zu unterscheiden, aus denen diese krystallenen Sterne zusammengesetzt sind; den soliden Kern zu beobachten, der in der Luft sich gestaltet und umherfluthet; zu gewahren, wie derselbe die ihm verwandten Atome zu sich zieht und diese sich ordnen als ob sie sich nach einem Takte bewegten. Wahrlich, eine solche Entfaltung der Macht, ein so offenbarer Beweis einer, der, wie wir es benennen, empfindungslosen Materie innewohnenden Intelligenz, müsste wahrhaft wunderbar erscheinen und dennoch würde die Wirklichkeit, könnten wir ihr zuschauen, weit unsere Phantasie übertreffen. Baute sich das Parlamentsgebäude durch eine, den Ziegeln und Steinblöcken innewohnende Kraft, ohne Hülfe von Maurern oder Steinmetzen von selbst auf, so läge in diesem Vorgange nichts Staunenerregenderes, als in der molekularen Architektur, die uns auf der Spitze des Monte Rosa entzückte.“

Selbst in dem gemässigten Klima Londons kommt es ungefähr bei je einem Schneefall unter fünfen vor, dass der Schnee, anstatt wie die meisten Leute wähnen, eine

blosse unregelmässige, zusammengeballte Masse losen Eises zu sein, thatsächlich in ausserordentlich schönen Formen krystallisirt erscheint. Die Krystalle sind selten kleiner als $^1/_{10}$ Zoll und daher ist ihre Gestalt leicht ohne Vergrösserungsglas erkenntlich. Nach Kepler wird sechsstrahliger Schnee von Sokrates erwähnt, ich vermochte eine solche Erwähnung jedoch nicht aufzufinden. Die erste Erwähnung dieser Schneeformation, welche mir bis jetzt bekannt ist, fand ich in dem Werke von Olaus Magnus, „Historia de Gentibus Septentrionalibus“, das im Jahre 1555 in Rom erschien, und in welchem der Verfasser sagt: „In einem Tage und einer Nacht gewahrt man 15 bis 20 verschiedene Schneeformationen,“ doch fügt er keine Abbildungen bei. Die frühesten, die mir zu Gesicht gekommen sind, befinden sich in einem sehr seltenen Schriftchen, „De Figura Nivis“, das im Jahre 1660 von Thomas Bartholinus herausgegeben wurde. Ich darf mich nicht in die Bibliographie der Schneekrystalle verirren, will jedoch eben erwähnen, dass sich unter denen, die über diesen Gegenstand geschrieben, Namen wie Descartes und Cassini befinden. Die schönste Sammlung von Abbildungen aus früherer Zeit (mehr als 400 Zeichnungen), befinden sich in einem, im Jahre 1747 von Dr. Engelmann in Harlem herausgegebenen Werke, „De Sneeuw Figuuren“. Zum Schluss aber gelangen wir zu der grössten und schönsten Sammlung, der schönsten sowohl in künstlerischer wie wissenschaftlicher Hinsicht, weil sie die prächtigste und naturgetreueste ist. Ich meine die von Herrn Glaisher beobachteten und in dem fünften Jahresbericht dieser Gesellschaft abgebildeten Krystalle. Ich darf nicht den Anspruch erheben, dieselben in ihrer ganzen anmuthigen Schönheit wiedergegeben zu haben; auch wählte ich nicht

die schönsten, sondern diejenigen aus, die so allgemein sind, dass man dieselben in jeder Sammlung von Abbildungen der Schneekrystalle antrifft; die feineren Einzelheiten zwar finden sich nur in Herrn Glaisher's Zeichnungen.

Noch ein Wort über die beste Methode, diese Krystalle zu beobachten. Die erste Vorsicht, die angewandt werden muss, ist, dieselben nicht mit dem Athem zu streifen; alle feineren Einzelheiten würden sofort hinschmelzen und man nur schwerfällige Muster, oder wahrscheinlich überhaupt keine solchen entdecken. Es lassen sich prächtige Krystalle schon ohne jeden Apparat, auf dem vorher gefallenen Schnee liegend, erblicken; auf einer solchen kalten, weichen Unterlage bleiben sie stundenlang unverändert. Für genaue Beobachtungen liefern farbige Glasstückchen eine vortreffliche Unterlage und kann man sich dann einer starken Linse oder eines schwachen Mikroskops bedienen. Wenn die Figur symmetrisch ist, braucht man nur die Einzelheiten eines Strahles zu zeichnen und kann die übrigen fünf später hinzufügen.

Messung des Schnees. — Der Schnee setzt die Beobachter des Regens zuweilen in Verlegenheit, da sich derselbe nicht so leicht messen lässt. Man hat indessen sehr einfache Regeln dafür aufgestellt und werde ich deshalb nicht näher auf den Gegenstand eingehen. Annähernd kommt ein Fuss Schnee einem Zoll Regen gleich.

Hagel.

Was Hagel ist. — Können wir eine Darstellung finden, die genau unserem Zwecke passt, so halte ich es

für besser dieselbe anzuführen und die Quelle mitzutheilen, als dieselbe umzumodeln und als eigenes Geistesproduct hinzustellen. Ich wüsste nicht, wie ich diesen Abschnitt besser beginnen sollte, als mit der Anführung eines Paragraphen aus Herrn Glaisher's Uebersetzung von Flammarion's „L'Atmosphère“: „Hagel kommt während eines Gewitters vor, wenn die Temperatur an der Erdoberfläche sehr hoch ist und rasch mit der Höhe abnimmt. Diese rapide Abnahme ist das Hauptelement bei der Bildung des Hagels, und man weiss, dass dieselbe 1° auf etwas mehr als 100 Fuss beträgt. Was geht dann in der Wolkenregion vor sich? Von den Wolken hoch oben, in einer Höhe von 10 000 bis 20 000 oder 25 000 Fuss, enthalten die höchsten Eis, von ungefähr — 34° C., die niedrigsten derselben Wasser in Bläschenform, ungefähr von — 18° C. Die tieferen Wolken enthalten bläschenartiges Wasser von über 0° C. In der Regel ziehen diese Wolken nach verschiedener Richtung, und Hagel bildet sich, wenn eine Collision und Mischung von Winden, Strömungen und Wolken stattfindet, deren Temperatur verschieden ist. Der Dunst, der dann in Regen aufgeht, gefriert sofort bei einer so niedrigen Temperatur.“ In dieser Beschreibung ist der Elektricität bei der Bildung des Hagels keine Rolle zugetheilt. Es ist offenbar, dass eine solche Mischung von Luftströmungen, wie die oben erwähnte, grosse elektrische Störungen erzeugen muss, und in der That sind viele Theorien, welche die Elektricität als die Ursache der Hagelbildung angeben, aufgestellt worden. Es ist sprichwörtlich schwierig, Ursache und Wirkung zu trennen, doch da die oben angegebenen Ursachen zu genügen scheinen, will ich lieber die elektrischen Erscheinungen in der Classe der Wirkungen belassen.

Die Gestalt des Hagels. — Die Hagelkörner sind in unserm Lande gewöhnlich von der Grösse einer Erbse und annähernd sphärisch, dies sind aber die gewöhnlichen Hagel ohne grosse Bedeutung. Fast kein Jahr vergeht ohne einen Hagelschlag ganz anderer Art. Im Süden wird eine schwarze Wolke sichtbar, ein brausendes Geräusch (wie von dem Zurückweichen einer Woge über ein Kieselgestade) lässt sich vernehmen und in fünf Minuten sind die Saaten vernichtet, Tausende von Scheiben zerbrochen, der Boden 2 bis 6 Zoll hoch mit Eis bedeckt und blendender Sonnenschein beleuchtet eine Stätte der Zerstörung. Die Hagelkörner sind bei uns selten grösser als 2 Zoll, doch auch schon diese treffen sehr empfindlich. Ich entsinne mich, in einer Vorstadt Londons einen Pony gesehen zu haben, der zwei Tage zuvor einem Hagelschauer ausgesetzt gewesen und dessen Rücken durch die empfangenen Schläge mit Beulen bedeckt war. Von dem Hagelunwetter, welches sich im Jahre 1818 über Stronsay in den Orkney-Inseln entlud, wird berichtet, dass fast alle Gänse und das kleinere Geflügel getödtet worden, während das entsetzte Vieh und die Pferde auf den Weiden heftig hin- und zurückgestürmt seien und sich zuletzt zu einer Heerde gesammelt hätten. Als man sich endlich durch das halbgeschmolzene Eis einen Weg zu ihnen gebahnt, zitterten die Thiere noch heftig; einige der Pferde hatten sich flach auf den Boden gelegt und alle waren mehr oder weniger verwundet und bluteten stark. Einige der schwächeren Pferde kamen nicht wieder, auch die Kühe gaben keine Milch mehr und duldeten auch nicht, dass man den Versuch machte, sie zu melken.

Fast scheue ich mich, etwas über ungewöhnlich grosse Schlossen zu sagen, da Sie mir kaum glauben werden. Ich hatte gehofft, Ihnen diesen Abend ein Bruch-

stück einer eisernen Dachbekleidung vorzulegen, das durch ein Hagelunwetter in Indien durchlöchert worden, doch ich habe die Adresse des Herrn, welcher dasselbe herübergebracht hat, verlegt und kann deshalb diesen unableugbaren Beweis nicht zum Vorschein bringen.

Die Gestalt und Dichtigkeit der Hagelkörner ist sehr verschieden; gewöhnlich zeigen sie eine mehr oder weniger radiale Form und sind häufig aus concentrischen Schichten von abwechselnd klarem und undurchsichtigem Eise gebildet. Eine sehr schöne Sammlung von Abbildungen befindet sich in Abich's Werk „Ueber krystallinischen Hagel im Thrialethischen Gebirge", das zu Tiflis, im Kaukasus, herausgegeben wurde.

Geräusch vor dem Fallen des Hagels. — Ich erwähnte dasselbe bereits; es ist unzweifelhaft hauptsächlich der Berührung der Hagelkörner unter einander und theilweise auch der Berührung mit Gebäuden etc., die sich in der Falllinie befinden, zuzuschreiben.

Das seltene Vorkommen des Hagels bei Nacht. — Dies ist wohlbekannt, obgleich ich noch niemals eine Erklärung dafür gehört habe; wenn indessen der Hagel keine Seltenheit bei Nacht wäre, könnte man, wie mir scheint, unmöglich die von mir erwähnte Erklärung seiner Bildung annehmen. Der Hagel ist selten bei Nacht, weil die Luft dann gewöhnlich nicht „sehr warm nahe der Erdoberfläche ist" und auch die Temperatur nicht „mit der Höhe sehr rasch abnimmt". Die Bedingungen zur Bildung des Hagels sind selten vorhanden und ebenso selten kommt der Hagel vor.

Atmosphärische Elektricität.

Aus Mangel an Zeit sowohl, wie aus Mangel an Befähigung ist es mir unmöglich, diesen Gegenstand gebührend zu behandeln. Hätten die Verhältnisse es gestattet, so würde ein besonderer Abend demselben gewidmet worden sein, und bedarf es wohl kaum der Erwähnung, dass der Vortrag dann von einem competenteren Mitgliede gehalten worden wäre, wie ich es bin. Doch Regen, Hagel und Gewitter gehören zusammen und deshalb fällt es mir zu, auch über letztere zu sprechen.

Man pflegte früher alle unerklärten Phänomene der Wirkung der Elektricität zuzuschreiben, doch jetzt hat man einen richtigeren Weg eingeschlagen und ist nicht zu stolz um einzugestehen, dass man nicht Alles weiss.

Ich will nicht versuchen, eine zusammenhängende Uebersicht der atmosphärischen Elektricität zu geben, sondern nur einige flüchtige Informationen, die vielleicht Andere bewegen, sich diesem Gegenstande zu widmen.

Vor Jahren, als Francis Ronald Director des Observatoriums in Kew war, wurde der obere Theil jenes Gebäudes mit einer Sammlung von Elektrometern ausgerüstet, wie man nie zuvor etwas Aehnliches unternommen. Hinsichtlich der erzielten Erfolge verweise ich Sie auf die Berichte des Comites von Kew, auf Kaemtz und Drew.

Seit Jahren hat man auf dem königlichen Observatorium zu Greenwich Versuche angestellt, die Elektricität der Atmosphäre zu beobachten, doch diese waren sehr wenig erfolgreich, da die Isolirung des Prüfungsdrahtes selten lange genug vollkommen blieb.

Die ausgedehntesten Experimente wurden von Andrew Crosse auf den Quantock-Hügeln in Somersetshire angestellt. In dem von seiner Wittwe herausgegebenen „Memorial“ finden sich Mittheilungen von hohem Interesse. Ich werde eine Angabe erwähnen, nämlich, dass Gewitterwolken häufig zonenförmig erschienen, d. h. abwechselnd Theile positiv und negativ elektrisch.

Für allgemeine Zwecke giebt ein gewöhnliches Goldblatt-Elektrometer nützliche Andeutungen, doch ein solches steht tief selbst unter dem billigsten von Sir William Thomson's Elektrometern, die unbestreitbar die Instrumente der Gegenwart und wahrscheinlich auch die der Zukunft sind.

Die meisten Menschen sprechen häufig von dem sommerlichen Wetterleuchten als gefahrlos — und ihnen mag es auch so erscheinen. Ich erfuhr schon früh, dass es keineswegs so unschuldig ist wie es aussieht, und die Erzählung meiner Erfahrung dürfte diese Thatsache in Ihrer Erinnerung befestigen. Vor vielen Jahren beobachtete ich an einem lieblichen Sommerabend von London aus am südwestlichen und westlichen Horizont das Spiel eines wunderschönen Blitzens; eine Stunde lang weidete ich mich an dem Anblick. Nach Verlauf von zwei Tagen erhielt ich die Nachricht von einem furchtbaren Gewitter mit Hagelschlag in einem 30 engl. Meilen von London gelegenen Dorfe, wobei an einer Reihe von Landhäusern, die mir gehörten, an der Südseite keine einzige Scheibe unversehrt geblieben sei.

Der Blitz ist auf grosse Entfernung hin sichtbar, ich glaube bis auf 150 engl. Meilen; vom Donner nimmt man an, dass derselbe nur bis auf 10 engl. Meilen hörbar sei. Herr Corder schreibt jedoch in der Octobernummer des „Natural History Journal“ unter dem 8. September:

„Indem ich die Secunden zwischen dem Blitz und dem Donner zählte, kam ich einmal bis zu 130 Secunden oder 27 engl. Meilen Entfernung. Dies ist die grösste Entfernung, welche ich je gefunden habe. Flammarion giebt 10 engl. Meilen als die Maximal-Entfernung an, in welcher der Donner zu vernehmen ist; doch habe ich denselben häufig in einer Entfernung von 100 Secunden oder 21 engl. Meilen vernommen."

Die Häufigkeit der Gewitter in England steigt mit der Temperatur, sie ist jedoch grösser bei heissem feuchten, als bei heissem trockenen Wetter.

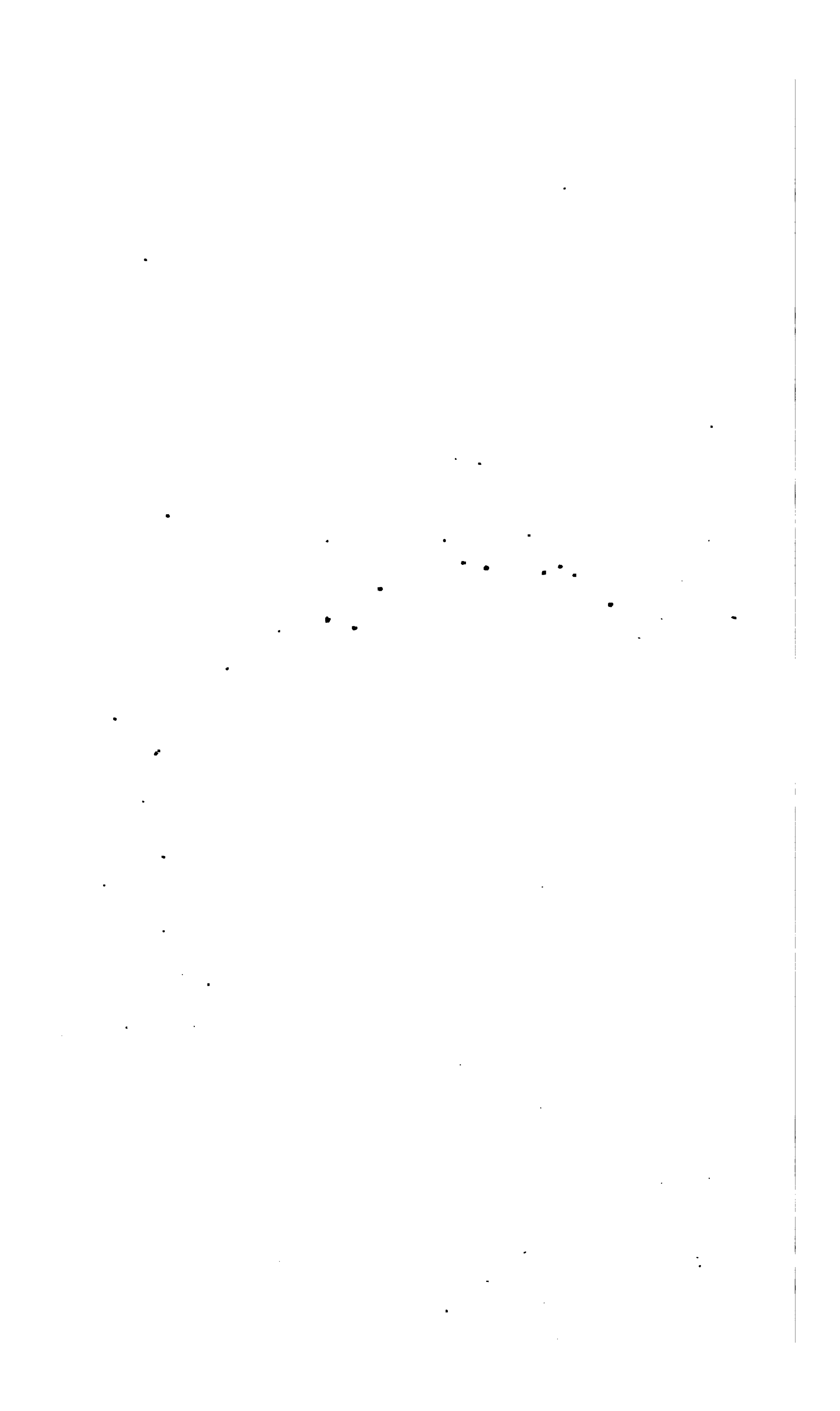
Sommergewitter werden für gefährlicher gehalten als diejenigen zu anderen Jahreszeiten, doch die grössere Zahl der Unglücksfälle ist wohl dem Umstande zuzuschreiben, dass sich im Sommer mehr Leute auf den Feldern aufhalten und unkluger Weise unter Bäumen Schutz suchen.

Blitzableiter. — Ich verstehe nicht, warum man in England bis jetzt so saumselig in der Errichtung von Blitzableitern gewesen ist, und dieselben, wenn man sie errichtet, so kurz gemacht werden, als ob sie sich ihres Daseins schämten. Ein richtig angelegter und in gutem Zustande gehaltener Blitzableiter gewährt einem Gebäude absoluten Schutz, und es erscheint befremdend, weshalb Leute ihr Nervensystem in Aufregung versetzen lassen, anstatt ihre Häuser so zu schützen, dass sie mit Ruhe und Vergnügen eines der grossartigsten Schauspiele der Natur beobachten können.

Obgleich die allgemeinen Principien, welche die Errichtung eines Blitzableiters bedingen, genügend bekannt sind, giebt es doch untergeordnete Punkte, die einer Berathung bedürfen. Es gereicht mir zur Freude, diese unzusammenhängenden Bemerkungen mit der Mittheilung beschliessen zu können, dass Delegirte des Physikalischen

Vereins, des Vereins der Telegraphen-Ingenieure und des königlichen Instituts britischer Architekten einer Einladung des Vorstandes dieser Gesellschaft Folge leisten werden, um womöglich alle zweifelhaften Punkte zu lösen.

Noch eine Bemerkung zum Schluss. — Die leitende Idee, welche ich Ihnen recht eindringlich machen wollte, scheint mir beständig entschlüpft zu sein. Doch vielleicht ist es besser, dass dem so ist, denn ein letztes Wort bleibt oft am lebhaftesten in der Erinnerung. Ich möchte Ihnen meine feste Ueberzeugung recht eindringlich machen, dass es bei Regenbeobachtungen, wie in jedem anderen Zweige der Meteorologie, nicht so sehr an Beobachtungen und an grösseren Mitteln fehlt (obgleich beide keineswegs zu verachten sind), sondern mehr an Geist, mehr an ernsten Arbeitern und an tieferen Denkern.



[ETEOROLOGISCHE VORLESUNGEN.

SECHSTE VORLESUNG

VON

ROBER·T H. SCOTT.

METEOROLOGISCHE VORLESUNGEN.

SECHSTE VORLESUNG

VON

ROBERT H. SCOTT.

Das Wesen, die Methoden und die allgemeinen Zwecke der Meteorologie.

Die Meteorologie ist die Wissenschaft von der Atmosphäre, der Dinge über der Erde, wie Aristoteles sagt, und ihr Interesse für Jeden bedarf kaum einer Erwähnung. Da wir in der Luft leben, uns bewegen und sie unser Sein bedingt, so muss jede Kenntniss, die wir von Zeit zu Zeit über ihre Beschaffenheit und die Veränderungen erhalten, welche in derselben vorgehen, von Wichtigkeit für unser materielles Wohl, unsere Gesundheit und unser Behagen sein.

Fast Jeder hält sich für einen geborenen Meteorologen, wenigstens in soweit, als Jeder vollkommen bereit ist, eine Meinung über die Witterungsaussichten für den Tag abzugeben, und von der frühesten Zeit an haben die Menschen den Himmel und die Veränderungen seiner Wolkendecke beobachtet und ihre Erfahrungen aufgezeichnet. Wer, der Griechisch versteht, kennt nicht den Humor, mit dem die meteorologischen Theorien der athenischen Wetterpropheten von Aristophanes in

den „Wolken“ verspottet werden? Obgleich man seit der Zeit von Aristoteles, der die erste Abhandlung über diesen Gegenstand schrieb, mehr oder weniger systematisch Meteorologie studirte, so wurden doch nur geringe Fortschritte in dieser Wissenschaft gemacht, bis zur Erfindung des Barometers und des Thermometers, also bis vor ungefähr 200 Jahren. Ja wir müssen zugestehen, dass sich die Meteorologie selbst jetzt kaum die Berechtigung zu einem Platze unter den exacten Wissenschaften erworben hat.

Der Grund hierfür ist leicht nachzuweisen. — Erstens leben wir am Boden eines atmosphärischen Oceans, dessen obere Regionen uns ganz und gar unzugänglich sind, so dass das halbe Wissen, welches wir über seine Beschaffenheit zu erreichen vermögen, sich grösstentheils auf Schlüsse gründet. Wir wissen thatsächlich nichts über irgend ein Phänomen, welches sich oberhalb der Fläche der von uns bewohnten Schichte zuträgt. Zweitens werden die Beobachtungen, welche wir über den physikalischen Zustand der Luft anstellen, in einem solchen Grade von localen Zuständen beeinflusst, als da sind: Höhe, Profil und Senkung des Bodens, ja, sogar von dem Charakter des Erdreichs selbst, dass wir wesentliche Variationen meteorologischer Verhältnisse selbst in den Grenzen eines einzigen Bezirkes antreffen. In dieser Hinsicht bildet die Meteorologie einen schroffen Gegensatz zur Astronomie, der anerkannten Königin aller exacten Wissenschaften. Die Gegenstände der Beobachtung und des Studiums, welche von den Astronomen verfolgt werden, befinden sich in einer solchen Entfernung von unserem Planeten, dass es praktisch von geringer Wichtigkeit ist, ob sich der Beobachter in Greenwich, in Rom oder in Washington befindet. Die Phänomene selbst

sind identisch, und da andere Dinge gleichgültig sind, hängen die Schwierigkeiten, die Beobachtungen auszuführen, hauptsächlich von der meteorologischen Beschaffenheit des Ortes ab. Bei Abwesenheit von Wolken ist das Gebiet der Phänomene im Gesichtskreise des Astronomen thatsächlich nur durch den Horizont seiner Station und durch die Stärke seiner Telescope beschränkt.

In der Meteorologie liegt dagegen die Sache ganz anders. Die Phänomene sind nicht die gleichen an zwei verschiedenen Beobachtungspunkten. Die Lufttemperatur und die Bewegung des Windes draussen auf der Strasse, weichen merklich von denjenigen in der Mitte des Hyde Park und weiter von denjenigen ausserhalb der Stadt, in Kew oder Greenwich, ab.

Daher ergiebt sich die Nothwendigkeit, das ganze Land mit einem Netze unabhängiger meteorologischer Stationen für klimatologische Zwecke zu überziehen, da der Beobachter an jedem einzelnen Orte nichts weiter thun kann, als die Phänomene aufzeichnen, welche diejenigen Theilchen der Atmosphäre aufweisen, die in Berührung mit seinen Instrumenten kommen. Es lässt sich in der That der Unterschied zwischen den beiden Wissenschaften durch ein Beispiel aus der Biologie illustriren. Man kann den Astronomen einem der höher organisirten Mollusken vergleichen, wie dem Octopus oder dem Argonauten, die mit Fortbewegungsorganen ausgestattet sind und sich ihre Nahrung draussen auf dem Meere suchen können, während der Meteorologe wie eine Muschel oder eine Auster an einen Punkt gekettet und genöthigt ist, sich mit solcher Nahrung zu begnügen, die der Zufall in seinen Bereich führt.

Wenn wir das Klima eines dünn bevölkerten Gebietes, wie eine unserer australischen Colonien, zu erfor-

schen suchen, so sind wir schon dankbar, wenn wir uns Stationen in einer Entfernung von 250 engl. Meilen von einander sichern können; gilt es jedoch die Betrachtung unseres eigenen Klimas, dann finden wir, dass eine Entfernung von 50 engl. Meilen noch zu gross ist, um uns zu vergewissern, dass keine speciellen Eigenthümlichkeiten unserer Beobachtung entgehen und uns die Beschuldigung zuziehen, die klimatischen Vorzüge eines Ortes ungebührlich herabzusetzen, oder die eines frisch aufgetauchten Badeortes nicht gehörig zu würdigen.

Bei dieser Anhäufung von Beobachtungsstationen dürfen wir jedoch nicht glauben, dass die Quantität in irgend einer Weise die Qualität ersetzen könne. Die Resultate einer schlechten Station in einem Distrikt können oft Zweifel auf die Zahlen der allergewissenhaftesten Beobachter werfen.

In mehr als einem Falle aus neuester Zeit hat es sich herausgestellt, dass die durch mühevolle Berechnungen erzielten Resultate sich als fast werthlos erwiesen, weil man in früherer Zeit die nöthige Vorsicht in den Beobachtungen und ihren Eintragungen hintangesetzt hat.

Dies reicht hin, um zu zeigen, dass es nicht genug ist, gute Instrumente anzuschaffen und sie richtig aufzustellen, sondern dass man auch einen genauen, pünktlichen Beobachter dazu haben muss, und, falls derselbe einmal abwesend sein sollte, ein durchaus competenter Vertreter seine oder ihre Stelle einnehmen kann. Ich sage mit Bedacht ihre Stelle, denn Damen sind, Dank ihrer Geduld, die besten Beobachter, die wir haben können.

Die Pflicht, regelmässig zu beobachten, ist keine leichte Aufgabe. In unserem geschäftigen Lande würden

sich die Beobachter sträuben, dreimal täglich zu beobachten, und doch ist dies ein *sine qua non* bei den meisten anderen Systemen. Wir fordern hier nur Ablesungen um 9 Uhr Vormittags und um 9 Uhr Nachmittags, dennoch finden unsere Beobachter die letztere Stunde sehr störend.

Die Meteorologie erheischt, wie jede andere Wissenschaft, Selbstverleugnung von ihren Jüngern, und es giebt nur wenige, die gewillt sein dürften, bliebe ihr Leben so lange erhalten, länger als ein halbes Jahrhundert unermüdlich in einem Districte zu beobachten, wie dies von meinem Freunde, Dr. Charles Clouston in Sandwick Manse, Orkneys, geschieht.

Es giebt nur wenige anerkannte Observatorien, an denen die Beobachtungsregister in gleicher Zuverlässigkeit um fünfzig Jahre zurückreichen. Die genauen Verzeichnisse an jedem Fleck stimmen meist mit der Amtsperiode am Orte der individuellen Beobachter überein. Wenn einer starb oder seinen Platz verliess, war die Reihe unterbrochen.

Bei den neueren Forschungen nach der Periodicität der Niederschläge sind die benutzten Tabellen aus weit aus einander liegenden Orten, und als mein Freund, Herr Dines, seine Tabelle über die Niederschläge Londons veröffentlichte, vermochte er, selbst für unser National-Observatorium in Greenwich, kein Verzeichniss von an sich so einfacher Art wie das des Regens, welches mit der heutigen Genauigkeit geführt worden wäre, weiter zurück als bis zum Jahre 1815 aufzufinden.

Wenn es uns somit schon Schwierigkeiten macht, genaue Informationen über das Klima unseres hoch civilisirten Europas zu erhalten, was sollen wir dann erst über unsere Kenntniss der Klimate anderer Erdtheile

sagen? Diese ist unbedeutend genug, wenn wir nach Daten von hohem wissenschaftlichem Werthe suchen. Vor nicht gar langer Zeit veröffentlichte unser Secretär, Herr Symons, bei einer gewissen Veranlassung ein werthvolles Verzeichniss der vorhandenen Statistiken über das Klima unserer Kolonien. So reich jedoch die Einzelheiten in jenem Artikel waren, zeigte er doch, wie viel uns noch zu lernen bleibt, bevor wir uns anmaassen dürfen, eine wirklich genügende Einsicht in die meteorologische Beschaffenheit des Erdballs errungen zu haben.

Die ersten systematischen Bestrebungen, diese Kenntniss zu erringen, war die Organisation, welche in diesem Lande, in dem Jahre 1840, von dem Comité für Physik und Meteorologie der Royal Society eingerichtet und von Sir E. Sabine geleitet wurde. Ein gleiches System wurde in Russland unter Kupffer's Leitung befolgt. Der ursprüngliche Beweggrund dieser Einrichtung war die Bestätigung der Gauss'schen Theorie des Erdmagnetismus, indessen war die Meteorologie auch mit eingeschlossen. Die an diesen Observatorien der Colonien errungenen Resultate haben in den wenigen Fällen, in denen sie zur Bearbeitung gelangt, ein helles Licht auf die Beschaffenheit der Atmosphäre in sehr von einander verschiedenen Theilen des Erdballs geworfen. Es ist recht zu bedauern, dass dieses System nicht fortgesetzt wurde. Von vier unserer kolonistischen Observatorien bestehen nur noch zwei, Cape Town und Toronto. Die Russen hingegen haben unter allen Verhältnissen ihre Stationen behauptet, die fortdauernd werthvolle Informationen aus den entlegenen Regionen Sibiriens liefern.

Wir müssen deshalb zugestehen, dass jede genaue Kenntniss, die wir von der Meteorologie des Erdballs besitzen, in grossem Maasse aus den Beobachtungen her-

geleitet ist, die in einem verhältnissmässig beschränkten Theile der nördlichen Hemisphäre gemacht worden sind. Bei diesen Bemerkungen über neue Stationen darf man nicht voraussetzen, ich wolle ableugnen, dass für viele Fragen von hoher Wichtigkeit ein Uebermaass an Material für denjenigen vorhanden sei, der gewillt ist, es zu verarbeiten. Das dringendste Bedürfniss der Meteorologie ist gegenwärtig, wie Herr Symons mit Recht bemerkt, nicht Beobachtungen, sondern Geist, um dieselben nutzbar zu machen.

Die Stationen, welche ich bisher erwähnte, sind alle auf dem Lande gelegen, doch da das Meer zwei Drittheile der Erdoberfläche bedeckt, so dürfen wir dasselbe als ein Gebiet zur Sammlung von Beobachtungen nicht ausser Acht lassen. Dies ist leicht gesagt; aber wenn wir einen Augenblick nachdenken, so finden wir, dass das Problem ein äusserst verwickeltes ist. Um meinen Ausspruch durch ein vertrautes Bild zu illustriren, möchte ich sagen, dass das Bestreben, einen correcten Bericht über das Klima etc. irgend eines Meeresgebietes zu geben, ungefähr dieselbe Aussicht auf Erfolg böte, als wenn wir das Klima der verschiedenen Theile Frankreichs nach den Beobachtungen bestimmen sollten, die von englischen Touristen auf ihren Eisenbahnfahrten durch dieses Land angestellt werden. Schiffe auf See können niemals rasten, sie seien denn von einer Windstille befallen, und so können möglicherweise die Beobachtungen, welche heute um Mittag gemacht worden sind, morgen in einer Entfernung von 300 Meilen von dem gestrigen Orte des Schiffes wieder aufgenommen werden. Wir erkennen daher die verhältnissmässige Fruchtlosigkeit der Versuche, Mittel aus dem Logbuche eines einzelnen Schiffes abzuleiten, da nicht zwei nach

einander folgende Beobachtungen genau unter den gleichen Umständen gemacht worden sind, es sei denn, das Schiff läge vor Anker.

Was uns zu thun bleibt, ist ein bestimmtes Gebiet, etwa ein Grad im Quadrat, an irgend einer Stelle des Meeres auszuersehen und mit allen Schiffen, welche diese Region passiren, zu unterhandeln. Nehmen wir nun aber auch an, dass diese Schiffe gleiche Instrumente und gleich befähigte Beobachter besitzen, so tritt uns doch sofort folgende Schwierigkeit entgegen. Setzen wir voraus, dass dieses Viereck wirklich sieben Tage östlichen Wind in jedem Monat von zweien habe und dass nur ein Schiff dasselbe im Monat passire. A, nach Osten steuernd, würde möglicherweise zwanzig Beobachtungen des Ostwindes verzeichnen, wie es gegen denselben ankämpft und in dem Viereck zurückgehalten wird, während B, mit westlichem Cours, das Viereck durchfliegen und möglicherweise den Ostwind nur zweimal verzeichnen würde. Was ist nun hier der richtige Bericht über den Wind für jeden der beiden Monate?

C wiederum kann durch eine Windstille drei Tage lang in einer Anticyclone in dem Viereck festgehalten worden sein bei einem Stande des Barometers bis über 30,5 Zoll, während D, bei einer anderen Gelegenheit, in einem Wintersturm befangen sein mag, mit einem Barometer unter 29 Zoll.

In jedem einzelnen dieser Fälle werden die lokalen Zustände die gemachten Beobachtungen, sowie alle Mittel beeinflussen, die aus ihrer Zerlegung erlangt sind. Wie sollen wir das gesunde Gewebe der Wahrheit erreichen, das unter diesem wüsten Gewirr widerstreitender Beobachtungen ruht? Die Lösung des Problems ist sehr

schwierig, doch wir glauben, sie theilweise für einige kleine Gebiete erreicht zu haben.

Die Verwicklung ist sogar noch grösser als ich sie beschrieben habe, wenn wir mit dem Klima des Meeres im grossen Ganzen rechnen wollen. Denn es lassen sich keine Beobachtungen aus gewissen nicht besuchten Theilen des Meeres erhalten, falls nicht Schiffe eigens zu diesem Zwecke ausgesandt werden, und dies ist ein schwer zu erreichendes Ziel.

Indem wir die oceanische Meteorologie behandeln, müssen wir uns sagen, dass es fast hoffnungslos ist, eine vollständige Darstellung der geographischen Vertheilung der meteorologischen Zustände zu erreichen und dass, wie sorgfältig wir auch unsere Informationen sammeln und erwägen, ein grosser Theil der Isobaren und Isothermen, die über dem Meere gezogen worden, nur blosse Annäherungen an die Wahrheit darstellen. Dennoch fassen wir Muth, sobald sich unser Blick der grossen Menge meteorologischen Wissens zuwendet, das aus den Logbüchern unserer Marine-Beobachter abgeleitet worden ist, und wir fühlen, mag es auch lange währen, bis wir eine absolute Wahrheit erzielt haben, dass wir werthvolle Annäherungen für die Benutzung der Seefahrer sowohl, als für den physikalischen Geographen zusammengebracht haben.

Ich habe bis jetzt einzig den Gegenstand der Beobachtungsstationen mit Bezug auf Klimatologie und Physik der Atmosphäre behandelt. Es giebt jedoch noch eine andere Richtung, in welcher man denselben verfolgen kann und dessen Wichtigkeit nicht zu hoch anzuschlagen ist; dies ist das Studium des Wetters. Man möchte fast sagen, es sei eine neue Wissenschaft, die

durch die Communicationserleichterung vermittelst des elektrischen Telegraphen möglich gemacht wurde.

Dieser Zweig der Forschung erfordert beträchtlichen Kostenaufwand und einen grossen Betrag an Disciplin und Organisation, so dass derselbe nicht von individuellen Beobachtern, oder an isolirten Stationen verfolgt werden kann, wie vorzüglich diese auch immer ausgestattet und geleitet sein mögen. In seinem letzten Berichte beglückwünscht General Myer seine Regierung zu dem Observationsstabe des Chief Signal Office, in dem sie einen Trupp geschulter Leute besitzt, gross genug zur Unterdrückung eines Aufruhrs oder einer Ruhestörung. Die Idee, dass unsere dreissig telegraphischen Berichterstatter ein Freiwilligencorps bilden sollten, wäre recht belustigend.

Dieser Zweig der Forschung — die Wetter-Telegraphie — liegt in keiner Weise in dem Bereich der Gegenstände, welche unsere Gesellschaft verfolgt. Ich brauche Sie deshalb nicht damit aufzuhalten, die Methoden derselben zu beschreiben; ich möchte jedoch eine scharfe Unterscheidung zwischen Klimatologie und Witterungsstudium, soweit es die Sammlung von Beobachtungen betrifft, hervorheben. In ersterem Falle suchen wir, wie Sie soeben gehört haben, vor Allem nach fortlaufenden Berichten von demselben Orte. In dem letzteren Falle sind die geographische Lage und die Abwesenheit von Zuständen, welche den Charakter der Beobachtungen, besonders den des Windes, beeinflussen, von vorwiegender Wichtigkeit. Wenn sich die Gelegenheit bietet, einen Bericht von einer neuen Station zu erhalten, die uns frühere und verlässlichere Anzeigen von kommenden Witterungsveränderungen giebt, lehnen wir unbarmherzig Beobachtungsanerbietungen des vorzüglichst geleiteten Observatoriums in dem Distrikte ab.

Was die synoptischen Arbeiten im grossen Maassstabe betrifft, deren Wichtigkeit für die Meteorologie der Zukunft täglich mehr und mehr anerkannt wird, so ist es offenbar, dass die Berichte der ältesten Stationen von keinem höheren Werthe sind, als diejenigen eines Schiffes auf der schnellen Fahrt über den Ocean.

Hier kommen wir zu einem Punkte, von dem wir unseren Kritikern ins Gesicht blicken und kühn ein Mehr fordern dürfen, unbekümmert darum, wie sich auch unsere Regale unter dem Gewicht unbearbeiteter Beobachtungen beugen mögen. Wenn wir ein Mehr fordern, ist es jedoch nicht von diesen Inseln und den civilisirteren Ländern, sondern aus der „unerforschten Welt“ Afrikas, Central-Asiens, Australiens, Süd-Amerikas und von unseren eigenen nordwest-amerikanischen Gebieten. Ich brauche wohl kaum zu bemerken, dass meteorologische Processe vor sich gehen, ob nun Menschen dort sind sie zu verzeichnen oder nicht, und wenn wir es erzielen könnten, wäre eine Kenntniss dessen, was sich gegenwärtig, wenigstens auf der ganzen nördlichen Hemisphäre, zuträgt, nöthig für die vollständige Erläuterung der wirkenden Kräfte, welche unsere Wetter hervorbringen.

Wir wollen keine weiteren synoptischen Stationen auf dieser Insel, denn wir haben bereits bei Weitem zu viele. Mehr als sechzig Beobachter haben ihre Namen eingesandt, um in dem Washington-Schema mitzuwirken, und es ist nicht Raum für sechs Windpfeile in dem britischen Königreich auf irgend welchen Karten, die wahrscheinlich veröffentlicht werden würden, um die Veränderungen des Wetters in der nördlichen Hemisphäre zu bezeichnen. Im gegenwärtigen Augenblicke wöge eine gute Station auf Spitzbergen oder Jan Mayen zehn Stationen im westlichen Europa auf.

Hier darf ich mir wohl eine kurze Abschweifung erlauben und bemerken, wie sehr es im Interesse der Wissenschaft zu beklagen ist, dass ein so weitsichtiger Plan wie der, welcher kürzlich durch Graf Wilczek und Lieutenant Weyprecht wieder ins Leben gerufen worden, nämlich den Nordpol mit einem Ring von Beobachtungsstationen zu umgürten, so wenig Aussicht auf Durchführung hat. Der Plan ist nicht sensationell genug, um die öffentliche Aufmerksamkeit in ausgedehntem Maasse auf sich zu lenken, und es ist Grund zu der Befürchtung vorhanden, dass er niemals in würdiger Weise realisirt wird.

Ich habe bisher hauptsächlich von der Sammlung meteorologischer Beobachtungen gesprochen und muss jetzt kurz die Methoden der Wissenschaft berühren. Widerstrebend muss ich bekennen, dass über diese bis jetzt keineswegs ein zufriedenstellendes Einvernehmen herrscht. Während sich einige Meteorologen über eine unnütze, neugierige Einmischung in die durch die Zeit geheiligten Gebräuche erfahrener Beobachter beklagen, und alle Versuche internationaler Congresse, ein einheitliches Verfahren und eine einheitliche Veröffentlichung herbeizuführen, verdammen, treten andere vor und fordern die Ausschliessung eines jeden Beobachters, der sich nicht in anerkannte Regeln fügen will. Unter diesen Regeln verstehen sie Gesetze, die ihre eigene specielle Organisation aufzwängt. Das Verlangen dieser Herren geht nach Gleichförmigkeit in Instrumenten, Methoden und Beobachtungsstunden, und stillschweigend nehmen sie an, dass Niemandem das Recht einer Stimme in dieser Angelegenheit zusteht, der sich nicht ihren Forderungen fügt. Thatsächlich ist, dass in allen Punkten, welche ich erwähnt habe, grosse

Verschiedenheit der Meinung und der Praxis herrscht. Was die Instrumente anbelangt, so wollen die Russen Heberbarometer, während wir Fortin's oder das Kew Modell-Barometer vorziehen. Um die thermometrische Aufstellung rast der Kampf wegen eines schützenden Gehäuses mit voller Gewalt. Die Italiener halten fest an der nordseitlichen Aufstellung, ihrer „Fenestra Meteorologica". Die Norweger, sowie in grossem Maasse die Deutschen und die Holländer thun das Gleiche. Die Russen und wir selbst haben freistehende Gehäuse, bestimmt, alle Radiation abzuschneiden; und die Franzosen schliesslich — wenigstens geschieht dies an mehreren Stationen — bringen ihre Thermometer zwischen Bäumen oder Sträuchern an, bloss mit einem einfachen Brett versehen, um die directen Sonnenstrahlen abzuhalten.

Wie dürfen wir peinliche Genauigkeit in den Resultaten bei so verschiedenartigen Verfahren erwarten? Der Gedanke ist einfach lächerlich!

Und ebenfalls in der Hygrometrie, was erzählt uns da Herr Dines in der letzten Nummer unseres Journals über den Unterschied in der Festsetzung des Thaupunktes durch seinen eigenen Apparat und durch die gewöhnlichen Methoden? Und dann, wer wird behaupten, dass die feuchte Kugel genügende Daten bei Frostwetter giebt? Sollen wir deshalb zurückgehen zu dem halbvergessenen Haarhygrometer Saussure's?

Diese Hervorhebungen genügen, um zu zeigen, dass, soweit es Methoden anbelangt, wir noch der Rathschläge erfahrener Physiker bedürfen. Was endlich die Beobachtungsstunden betrifft, was sollen wir da sagen? Auf der ersten meteorologischen Conferenz vor 33 Jahren, dem Cambridger Meeting der British Association im Jahre 1845, kamen die anwesenden Meteorologen dahin überein,

dass sie bezüglich dieses schwierigen Punktes verschiedener Ansicht seien, und als Ausweg aus dieser Schwierigkeit wurde für unser Land die Anwendung von selbstthätig verzeichnenden Instrumenten in Vorschlag gebracht. Wir haben diese Instrumente während vieler Jahre verwandt, sind aber auch heute nicht der Einheit näher, als unsere Väter es vor einer Generation waren.

Wir müssen uns somit in das Unvermeidliche schicken und uns mit dem begnügen, was wir erreichen können. Gewiss ist, dass die breiten Grundzüge unserer Wissenschaft von Männern aufgestellt sind, die keine solche Verfeinerung in den Beobachtungen erwarteten, wie jetzt verlangt wird.

Ich darf mir vielleicht gestatten, auf den Boden zurückzukehren, der von meinen Vorgängern während der letzten fünf Wochen betreten worden, und Ihnen einen kurzen Abriss der umfassenden Principien geben, die bereits mit ziemlicher Sicherheit festgestellt worden, die wir jedoch bestrebt sind, noch fester zu basiren.

Was erstens die Temperatur anlangt, so führte Herr Laughton Ihnen eine Karte vor, welche die respectiven Curven der jährlichen Sommer- und Wintertemperatur zeigte. Den Gedanken, diese Curven zu zeichnen, fasste zuerst A. v. Humboldt; die Ausführung dieser Idee war das lebenslange Werk Dove's, der den Gegenstand ganz zu seinem eigenen machte. Als das allgemeine Ergebniss seiner Forschungen in dieser Angelegenheit, entwarf er die Karten, welche ich hier vorzeige, die Anomalen des Erdballs. Sie wurden im Jahre 1853 von der British Association veröffentlicht, und ich habe die für Januar und Juli ausgesucht. Das allgemeine Princip dieser Karten ist dieses, dass, wenn wir uns die Erde als eine homogene Kugel denken mit gleichmässig abnehmender Temperatur

vom Aequator nach beiden Polen, alsdann jede Breitenparallele eine bestimmte Temperatur haben würde.

Die Karten zeigen Ihnen, wie weit die Wirklichkeit von diesem idealen Zustande der Dinge abweicht. Ich brauche nur hervorzuheben, wie scharf dieselben die contrastirenden Einflüsse des Festlandes und des Oceans auf das Klima zu Tage treten lassen. Die grösstmögliche Anomalie im Januar, oder, um schlicht zu reden, die unnatürlichste Wärme im Winter, ist die des Nordatlantischen Oceans, die von dem Golfstrom herrührt; und auch die Ufer von Walrussia, wie die Amerikaner es nennen, sind, Dank dem Kuro Siwo der japanesischen See, sehr begünstigt. Die beiden kalten Pole andererseits finden sich im nördlichen Asien und Amerika.

Im Juli wird das asiatische kalte Gebiet auf die aleutischen Inseln übertragen und noch mehr erkaltet durch die Ausströmung des kalten Wassers aus der Behringstrasse, während die nördlichen Meere gewöhnlich einen Mangel an Wärme zeigen, der, wie Herr Laughton erklärte, der hohen specifischen Wärme des Wassers zuzuschreiben ist, welches allen Wärmestoff, dessen es habhaft werden kann, absorbirt, um ihn nicht für einen regnerischen, sondern für einen kalten Tag aufzusparen.

Auf der südlichen Halbkugel finden wir im Winter die Kälte, welche längs der Küste Perus auftritt, während die verhältnissmässig hohe Breite der australischen Colonien an der Ostküste dieses Festlandes ein Minus von 10° verursacht.

Diejenigen unter Ihnen, welche Lyell's Principien der Geologie gelesen haben, werden sich entsinnen, wie dieser, indem er die Continente und die Meere wie ein Spiel Karten unter einander mischte, die Möglichkeit des

früheren Vorhandenseins von Erdperioden zeigte, in denen bald die tropische Wärme unseres Kreidemeeres und bald die durchdringende Kälte der Eisepoche geherrscht habe.

Der Versuch, gegenwärtig die Temperatur eingehender zu behandeln, ist jedoch unthunlich, und ich werde jetzt dazu übergehen, die Regenkarte zu beschreiben, die von Herrn Symons nur kurz berührt wurde.

Wir bemerken auf derselben, dass die Seewinde in den meisten Fällen die Träger des Regens nach den Küsten sind. Die nassesten Regionen des Erdballs sind innerhalb der Tropen oder nahe denselben gelegen, wo Dampier in Gorgonia, in der Nähe von Panama, erklärte, der Regen falle schneller als er denselben trinken könne; und wo in Cherrapoonjee, in den Khasiahügeln, innerhalb sechs Monaten nicht weniger als 600 Zoll Regen fiel. Die Regengüsse in den westlichen Ghats geben diesen nur wenig nach. Werfen wir einen Blick auf unsere eigenen Gestade, so finden wir in Stye Head und Sprinkling Tarn (welches diesen Namen mit Recht verdient) einen Betrag, der sich fast mit den Sündfluthen vergleichen lässt, von denen tropische Stationen in der Regenzeit heimgesucht werden.

Die Niederschläge eines Districtes werden hauptsächlich von seiner Nähe an den westlichen Küsten des Landes bedingt, sowie durch die Lage der Bergketten, von denen er durchschnitten wird, oder die ihn umschliessen.

Eine Karte wie diejenige, welche ich Ihnen vorzeige, sagt nicht den hundertsten Theil von dem, was wir über den Regen zu lernen haben. Hätten wir monatliche Karten, so könnten wir die Eigenthümlichkeiten der Jahreszeiten und die Beziehung des Regens zu den herrschen-

den Winden darthun. Solche Karten, wie wir sie besitzen, sind jedoch ein gewaltiger Fortschritt im Vergleich zu denjenigen, die vor zwanzig Jahren im Gebrauch standen, auf denen die Regenmenge in Gürteln dargestellt war, die von 100 Zoll in der heissen Zone zu 15 oder weniger in der kalten Zone abnahmen.

Ich werde jetzt diesen Gegenstand verlassen und zu der Bemerkung übergehen, dass die Frage, in wie weit die Menge der Niederschläge durch menschliche Einwirkung verändert werden könne, gegenwärtig verschiedene europäische Regierungen beschäftigt. Es hat sich herausgestellt, dass das Bett gewisser Flüsse, wie z. B. der Donau, des Rheines und der Wolga, verschlammt und die Schifffahrt meilenweit durch Sandbänke gehemmt ist, während gleichzeitig die Bewohner der Flussniederungen alljährlich mehr und mehr den Verheerungen durch Ueberschwemmungen ausgesetzt sind. Da es sich zeigt, dass die einzigen Flüsse, welche diese Wirkungen aufweisen, diejenigen sind, deren Ufer und Flussgebiete man schonungslos ihrer Wälder beraubt hat, so beginnen die Behörden einzuschreiten und erklären, es seien strenge Maassregeln nöthig, um zu verhüten, dass das Unheil zunehme, bis es jeden Einhalts spotte.

In mehr als einer unserer eigenen Colonien hat die Unkenntniss der Grundsätze, von denen unter gewöhnlichen Verhältnissen die Niederschläge eines Bezirkes abhängen, zu der übermässigen Abholzung der Wälder und Dickichte geführt, sei es nun für die „chena“ Reiscultivirung Ceylons, oder zur Hebung der Zuckerplantagen von Mauritius; und als Resultat in beiden Fällen hat dies die vollständige Zerstörung des natürlichen hydraulischen Systems des Landes zur Folge gehabt.

Die Zeit würde mir fehlen, wollte ich versuchen,

Ihnen den Stand unserer Kenntnisse über die Vertheilung des barometrischen Druckes und des Windes zu schildern, die genügend begründet zu haben das hohe Verdienst des Herrn Buchan ist. Ich muss darüber hinweggehen und einige Worte in Betreff einer der Fragen der physikalischen Meteorologie, im Gegensatz zur Klimatologie, sagen.

Es handelt sich um das Problem des Gesetzes der täglichen Schwankungen des Luftdruckes und der anderen Elemente. Ich brauche Sie nicht daran zu erinnern, dass die Temperatur eine tägliche Periode hat, denn falls der Himmel nicht durch Nebel verdunkelt wird, ist es um Mittag jedenfalls wärmer als bei Sonnenaufgang. Diejenigen, welche nicht in tropischen Ländern gelebt haben, mag es jedoch befremden, zu hören, dass das Barometer eine tägliche Schwankung hat, welche Maxima ungefähr um 9 Uhr Vormittags und 9 Uhr Nachmittags, und Minima ungefähr um 3 Uhr Vormittags und 3 Uhr Nachmittags aufweist und dass, wenn in der heissen Zone hiervon eine Abweichung eintritt, irgend eine ernstliche Störung in der Atmosphäre im Anzuge ist. In unseren Breiten sind die durch Stürme hervorgebrachten Veränderungen, oder wie sie in wissenschaftlicher Sprache benannt werden, die nichtperiodischen Variationen so gross, dass sie diese unbedeutenden Oscillationen, die sich gewöhnlich nur bei sehr ruhigem Wetter verfolgen lassen, verdecken.

Da die Thatsache dieser täglichen Schwankungen bekannt ist, haben wir nach deren Ursache zu forschen, und diese ist kosmisch, da sie auf die ganze Atmosphäre einwirkt. Bis jetzt ist noch keine genügende Erklärung dafür gefunden, doch unser letzter Präsident, Herr Eaton und Herr Buchan, scheinen, unabhängig von einander,

sich mit Untersuchungen über diesen Gegenstand beschäftigt zu haben, die alle Aussicht zu einem befriedigenden Resultate bieten.

Sie ersehen aus der Abbildung den hervortretenden Unterschied zwischen den Curven für Kew und Barnaul, welche Typen des insularen und continentalen Klimas sind.

Herr Eaton hat diese Curven für sieben britische Observatorien berechnet, und er thut dar, wie sich der continentale Charakter allmälig in dem Lauf der Curven ausprägt, in dem Maasse, als wir von dem atlantischen Meeresufer nach Kew, der am tiefsten im Inlande liegenden Station, vorrücken. Er zeigt ferner, dass dieser Unterschied zu der täglichen Temperaturschwankung in Beziehung steht. Wo diese gering ist, wie in Valencia, ist das Morgen-Minimum schärfer hervortretend wie dasjenige des Nachmittags, während in Kew das Umgekehrte der Fall ist. Die anderen Observatorien zeigen einen allmäligen Uebergang nach Zeit und Form, von einem Typus zu dem anderen.

Herr Buchan hat dieselbe Untersuchung in ausgedehnterer Weise aufgenommen, ohne jedoch so strenge Forderungen an die Genauigkeit der verwandten Materialien zu stellen. Er zeigt, wie die Curve der täglichen Schwankungen in Zeit und Gestalt durch die Nähe des Meeres und selbst der grossen Seen Nord-Amerikas, beeinflusst wird.

Dies weist uns darauf hin, dass der in der Luft vorhandene Wasserdampf ein nicht gering anzuschlagender Factor sei, trotzdem ist, wie ich bereits erwähnte, unsere Kenntniss dieses Elementes noch höchst ungenügend.

Einer meiner Freunde, ein höchst sorgfältiger Forscher, unternahm vor Jahren die Untersuchung der täglichen Barometerschwankungen für alle Stationen des

Erdballs, die zuverlässige, zweistündliche Beobachtungen selbst nur für wenige Jahre aufweisen konnten. Die Arbeit der Berechnung ist vollendet, doch befindet er sich jetzt in Verlegenheit hinsichtlich der anderen meteorologischen Elemente, und ohne hinreichendes Material ist keine Erklärung der Erscheinung möglich.

Hier verlangen wir abermals noch mehr, und für Forschungen wie diese bedürfen wir der schärfsten Instrumente und muss die strengste Genauigkeit in den Eintragungen beobachtet werden. Wir bedürfen nicht allein der Beobachtungen von Stationen auf dem festen Boden, um mich gemeinverständlich auszudrücken, nein, wir verlangen auch danach, die Luft über dem Ocean zu erforschen, indem wir unsere Instrumente auf Felsenriffe aufpflanzen und — wäre dies doch thunlich! — auch in Luftballons. Wir wissen, dass die Curven der täglichen Schwankungen auf Pikes Peak (14,000 Fuss), auf Mount Washington und auf dem Puy de Dôme (jeder 6000 Fuss) wesentlich von denjenigen in der Ebene unterhalb abweichen.

Hier bietet sich ein herrliches Feld der Forschung für zukünftige Meteorologen, nämlich Mittel zu ersinnen, Kunde über das zu erlangen, was in der Atmosphäre über unseren Häuptern vorgeht. Ohne solche Beobachtungen werden unsere Kenntnisse der meteorologischen Vorgänge stets mehr oder weniger unvollkommen und ungenügend sein.

Jetzt kommen wir zu dem Schlusspunkte des Abends — unser Ich betreffend — die Nützlichkeit der Meteorologie oder der meteorologischen Gesellschaft für das allgemeine Publicum. Als ich den kurzen Auszug dieses Vortrages niederschrieb, der sich in Ihren Händen befindet, sagte ich, die Meteorologie erheische die Kenntniss

anderer Wissenschaften, doch es wäre angemessener gewesen, ich hätte gesagt, dass die Studirenden dieser Wissenschaften viel besser berathen wären, besässen sie meteorologische Kenntnisse. Es wird kaum Noth thun, diesen Punkt noch eindringlicher hervorzuheben, wenn wir uns daran erinnern, welchen Gebrauch unser Präsident während seiner langen amtlichen Laufbahn von seinen meteorologischen Kenntnissen gemacht hat. Welcher Civilingenieur verlangt nicht Auskunft von uns über Fragen der Wasserzufuhr, des Fluthdruckes auf Seewälle, oder über den Winddruck auf die Nadel der Cleopatra?

Wir dürfen uns also die Frage vorlegen: Was ist der eigentliche Nutzen der Meteorologie? Die Antwort darauf lautet, ihr Nutzen ist zweifach:

Erstens erfüllt sie einen specifisch wissenschaftlichen Zweck, indem sie uns eine genauere Kenntniss der Verhältnisse unserer Atmosphäre verschafft, also auch der Erde, welche ein Glied im Sonnensysteme bildet.

Zweitens ist jedoch ihr unmittelbar praktischer Nutzen die Wetterprognose. Wollte man dieses Zugeständniss auch noch so sehr einschränken, so lässt sich doch nicht leugnen, dass die schwierigsten Discussionen meteorologischer Daten keinen anderen Zweck haben als die Durchschnittsbeschaffenheit des Klimas an jedem einzelnen Orte, sowie die Veränderungen festzustellen, welche jedem Elemente zukommen. Was ist dies anders als eine Voraussage?

Und weiter forschen wir in der Meteorologie des Meeres emsig nach Mittelwerthen, um dem Seemanne anzugeben, wo er „einen guten Wind und günstige Strömungen“ zu finden vermag, und was anderes ist dies als eine prophetische Folgerung?

Es giebt thatsächlich keinen Beruf, kein Handwerk, keinen Vorgang im animalischen oder vegetabilischen Leben, der nicht von den meteorologischen Veränderungen beeinflusst würde, und kein menschliches Wesen giebt es, für das nicht die Kenntniss des kommenden Wetters von Werth wäre.

Hätten wir vor 25 Jahren das strenge Klima der Krimm gekannt, wer würde dann gewagt haben eine Armee auszusenden, die nicht für die Strapazen eines Winters am Schwarzen Meere ausgerüstet war? Fragen wir den Arzt, wie hoch er die Macht anschlagen würde, seinen Patienten zeitig eine Warnung vor einer plötzlich eintretenden Kälte geben zu können! Fragen wir die Baumeister Londons, was sie in den letzten zehn Jahren durch plötzlichen Frost oder unerwartete Regengüsse verloren haben! Und vor allen Dingen, lassen Sie uns den Landmann fragen, wie viel er freiwillig bezahlen würde, um in der Saatzeit zu wissen, welches Wetter er bestimmt im Spätjahr zu erwarten habe!

Kurz, die Aufzählung ist ohne Ende — die Kenntniss der Meteorologie ist von der allergrössten Wichtigkeit für alle Menschenclassen, für die civilisirte und uncivilisirte Welt.

Daher erklärt sich auch das Anziehende all der verschiedenen Versuche, die angestellt worden sind, um den Charakter des Wetters und der Jahreszeit voraus zu bestimmen, seien dies nun die gewagten Sturmwarnungen unserer transatlantischen Nachbaren, oder die Sonnenfleckenforschungen von Herrn Meldrum und Dr. Hunter.

Mit Bezug auf alle solche Forschungen machte mein Freund, Capitän Hoffmeyer, eine sehr passende Bemerkung: „Wenn der rechte Zeitpunkt da ist, wird schon ein Kepler erscheinen, um auch für unsere

Wissenschaft die allgemein gültigen Gesetze zu entdecken; unsere Bestrebungen, die Pflanze in ihrem Wachsthum zu treiben, sind erfolglos“.

Vergegenwärtigen wir uns jedoch die Fortschritte in der meteorologischen Wissenschaft, so brauchen wir, denke ich, nicht zu verzagen. Wenn auch Pascal und Herschel nebst vielen geringeren Werkmeistern des stolzen Baues unserer Wissenschaft nicht mehr sind, und Dove und Sabine zu arbeiten aufgehört haben, so blicken wir um uns und sehen Männer wie Hann, Mohn, Wojeikoff und, last not least, unseren Buchan. Damit dürfen wir kühn jeden herausfordern, der behaupten wollte, die Gaben geduldigen Forschens und bedeutenden Scharfsinns seien in unserer Mitte nicht mehr vorhanden.

